



**Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas**  
Dirección General de Energías Alternativas



Fotografía: Swisscontact

# **ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD, QUE PERMITA ESTIMAR LOS IMPACTOS MACROECONÓMICOS POR LA INTRODUCCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE BOLIVIA**

**Gestión 2020**

## **PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA DE LA COOPERACIÓN ALEMANA AL DESARROLLO**

La Cooperación Alemana al Desarrollo a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y su Programa de Energías Renovables (PEERR) tiene como objetivo brindar asistencia técnica a través del Ministerio de Hidrocarburos y Energías (MHE) a las entidades del sector eléctrico en el área técnica, normativa y formación de capacidades para el desarrollo de las Energías Renovables (EERR) y Eficiencia Energética (EE).

En este contexto, la información contenida en este documento es de carácter referencial y no representa necesariamente la política institucional del Ministerio de Hidrocarburos y Energías y de las entidades del sector eléctrico.



Implementada por:



**Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas**  
Dirección General de Energías Alternativas



Fotografía: Swisscontact

**ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA A NIVEL DE  
PREFACTIBILIDAD, QUE PERMITA ESTIMAR LOS IMPACTOS  
MACROECONÓMICOS POR LA INTRODUCCIÓN DE LA  
MOVILIDAD ELÉCTRICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE BOLIVIA**

**Gestión 2020**

# **PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA**

**Entre el:**

**Ministerio de Hidrocarburos y Energías**

**y**

**Deutsche Gesellschaft für Internationale**

**Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**



Implementada por:



**La Paz – Bolivia**

2020



## RESUMEN EJECUTIVO

La Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) y su Programa de Energías Renovables (PEERR) y del Acuerdo de Ejecución (AdE), de abril de 2019 con el Ministerio de Planificación del Desarrollo (MPD) y el Ministerio de Hidrocarburos y Energías (MHE), presta asistencia técnica a varias entidades del sector eléctrico, en diversos ámbitos. La GIZ, en coordinación con el Ministerio de Hidrocarburos y Energías (MHE), de acuerdo a lo estipulado en el programa ya citado, ha encargado el estudio: "Propuesta técnica para la elaboración de un estudio de viabilidad técnica y económica a nivel de prefactibilidad, que permita estimar los impactos macroeconómicos por la introducción de la movilidad eléctrica en el transporte público de Bolivia" a la consultora ETNICA.

El objetivo general del estudio de referencia consiste en determinar, a nivel de prefactibilidad, la viabilidad técnica y económica de la introducción de la movilidad eléctrica en Bolivia con el análisis de casos de estudio concretos vinculados a los sistemas de transporte público masivo por autobuses de las ciudades de La Paz y Santa Cruz de la Sierra. Asimismo, los objetivos específicos consisten en:

Establecer una aproximación al impacto macroeconómico de la introducción de la movilidad eléctrica en Bolivia en términos de reducción del subsidio al diésel, generar oportunidades de desarrollo económico, potenciando el uso sostenible de la energía eléctrica disponible en el país e incorporando elementos innovadores en el transporte urbano de pasajeros a medio plazo a través de la definición de los beneficios sociales positivos esperados en un horizonte de tiempo de 10 años.

Identificar los cambios requeridos, las falencias normativas a nivel nacional y local y plantear los cambios regulatorios y normativos que permitan a la industria eléctrica diversificar su oferta de energía hacia la industria del transporte urbano, incorporando nuevos modelos de negocio que incluyan tanto modelos de negocios públicos, como la participación del sector privado a través de la Asociación Público – Privada (APP).

Diseñar, a nivel de prefactibilidad técnica y económica, los proyectos de movilidad eléctrica para el sistema de buses municipales de La Paz y para el BRT de Santa Cruz. La propuesta incluirá una ruta crítica para su implementación partiendo del diseño de los proyectos piloto en los dos sistemas propuestos para La Paz y Santa Cruz.

Los principales resultados del estudio tienen que ver con el importante impacto macroeconómico del subsidio a los combustibles líquidos en la economía nacional y un elevado potencial para la movilidad eléctrica en Bolivia, tanto en el ámbito del sector eléctrico como desde la perspectiva del propio sector transporte.

De acuerdo a información oficial de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, la subvención a los hidrocarburos en 2019 alcanzó a 794 MM de USD, mientras que en el periodo 2006 – 2019 el monto acumulado de los subsidios al diésel y a la gasolina fue de 6.975 MM de dólares americanos (USD). Las proyecciones

realizadas en este estudio indican que el subsidio proyectado para el periodo 2020 – 2030 alcanzan a 10.950 MM de USD en el periodo 2020 - 2030, en un escenario de no intervención (escenario base donde las condiciones de prestación de los servicios de transporte urbano se mantienen en base al consumo de combustibles fósiles como hasta ahora). Aun cuando existen importantes iniciativas del Gobierno Nacional para la sustitución de las importaciones de diésel y gasolina como los incentivos a la producción de biocombustibles, la conversión de motores a GNV, y la producción de gasolinas con precios discriminatorios por el tipo de octanaje, es fundamental promover el transporte eléctrico urbano.

En cuanto al potencial para la implantación de la movilidad eléctrica en el transporte público, la experiencia internacional indica que el futuro de la movilidad pasa por la transformación de la matriz energética hacia la electricidad.

En el ámbito de la energía eléctrica, Bolivia cuenta con una oferta ampliamente superior a la demanda de electricidad, al margen de las reservas de capacidad necesarias para garantizar la seguridad de suministro; asimismo, existen proyectos nuevos de generación eléctrica, de diversa fuente, para el desarrollo de la exportación de energía a los países limítrofes lo cual muestra que no existiría restricciones, a medio plazo, para ampliar la demanda del sector eléctrico en el mercado interno. No obstante, es importante destacar la necesidad de implantar, a corto plazo, una serie de reformas en el sector que permitan acelerar el desarrollo de la movilidad eléctrica donde destaca principalmente la definición de la tarifa donde se proponen tarifas diferenciales para el transporte masivo en mejores condiciones a las existentes actualmente; además es necesario promover la diversificación de las inversiones en cargadores de energía eléctrica (electrolineras) por parte de las entidades operadoras en el sector.

Desde la perspectiva del transporte urbano, en los últimos años, las principales ciudades del país, han iniciado un camino sin retorno hacia su modernización a través de iniciativas municipales de transporte por buses en La Paz y Santa Cruz, como por el desarrollo de teleféricos y trenes livianos por parte del nivel central del Estado en Cochabamba y La Paz; además ciudades de escala media como Sucre, Tarija y Trinidad, cuentan con estudios a diseño final para la implantación de transporte moderno por buses, mientras que Oruro, Potosí y los municipios conurbados de Cochabamba, tienen instrumentos de planificación sectorial de la movilidad, como base para el inicio de las reformas. Todo este desarrollo en términos de planificación está acompañado por la importancia del transporte público en el reparto modal en las diferentes ciudades del país: el transporte público abarca entre el 60% y el 80% del total de viajes, lo cual confirma un potencial importante de desarrollo para el transporte público en general y el transporte eléctrico en particular.

En el ámbito institucional, es imprescindible apoyar al desarrollo de la movilidad eléctrica desde las más altas esferas de Estado Plurinacional de Bolivia a través del establecimiento de una entidad pública que impulse el cambio gradual de

la matriz energética, y coordine con las diferentes entidades territoriales autónomas y los diversos sectores económicos involucrados en su implantación (energía, transporte e hidrocarburos). Este documento, plantea, fortalecer la Entidad Ejecutora de Conversión a GNV, otorgándole funciones adicionales para la promoción del transporte eléctrico, principalmente en el desarrollo de proyectos vinculados al transporte urbano masivo.

Respecto a la participación de la inversión privada en el sector eléctrico vinculada al transporte urbano propulsado por electricidad, es muy importante profundizar el modelo de concesiones que existe en los municipios del país. El desarrollo normativo en los municipios de La Paz y Santa Cruz es propicio para incluir a la iniciativa privada en este nuevo rubro, sin embargo, es importante que los modelos de contrato específicos para las concesiones de transporte incluyan cláusulas que promuevan sistemas de recaudo centralizados, remuneración por kilómetro recorrido e incentivos por el transporte de pasajeros adicionales. Asimismo, un paso más adelante, la promoción de verdaderas asociaciones público – privadas es de fundamental importancia para acelerar la modernización del transporte urbano además de las inversiones necesarias en el sector eléctrico, es importante que la normativa nacional existente, además de incluir a empresas públicas se abra a otro tipo de entidades del sector público promoviendo así un mayor espectro en el accionar público en la economía; de la misma manera, se requiere mayor apertura hacia el sector privado, en la gestión y operación de los negocios del transporte y electricidad para distribuir los riesgos asociados a la operación y aprovechar de la mejor manera los conocimientos especializados y la experiencia de los empresarios.

El diseño de los Proyectos Piloto de Movilidad en La Paz y Santa Cruz de la Sierra, ha considerado la necesidad de estructurar una *Basket Fund*, en el cual se centralicen los esfuerzos de financiamiento reembolsable y no reembolsable, valorados en dos millones de dólares aproximadamente para poner a prueba dos buses eléctricos por ciudad en los sistemas de transporte existentes en las urbes ya citadas. El desarrollo de la fase piloto es un elemento central para el éxito del transporte eléctrico masivo puesto que permite la obtención de datos operativos reales que confirmarán no solo la eficiencia energética del uso de vehículos eléctricos de gran capacidad, sino la viabilidad económica de la implantación masiva de la movilidad eléctrica en el transporte público en el país. Al respecto, los resultados preliminares de los análisis económico – financieros desarrollados a nivel teórico para la “electrificación” de rutas en La Paz Bus y el BRT de Santa Cruz, indican que existe un espacio de oportunidad para la implantación de buses eléctricos siempre y cuando se realicen mejoras operativas que garanticen mayor ocupación de los buses además de reducción de costos operativos en diversos ámbitos en el caso de La Paz; y que se confirme el volumen de pasajeros esperados y que los operadores concesionarios realicen un manejo empresarial administrativo estricto a en el caso de Santa Cruz

En cuanto a la **Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica** (ENME), este documento debe ser desarrollado en el ámbito de un amplio consenso entre las

partes involucradas tanto del sector eléctrico como del sector transporte, público y privado. Un pacto por la electro - movilidad es de sumo interés. Asimismo, la definición de un ente líder con visión estratégica de largo plazo que conozca a profundidad a los sectores involucrados y con capacidad de tomar decisiones oportunas es de fundamental importancia. Así la definición de objetivos y la claridad en las metas, bajo un marco que convine el acuerdo y el respeto a la autoridad competente promoverán acciones efectivas en la línea de la eficiencia energética, la calidad de vida y, en definitiva, en la promoción del desarrollo del país.

En el marco descrito, Bolivia puede dar un salto cualitativo importante si se logra posicionar a la movilidad eléctrica en la agenda económica del nivel central del Estado y en los planes de desarrollo de las ciudades, mostrando las oportunidades que ésta genera como: la contribución a la diversificación energética por la reducción de la dependencia de combustibles fósiles, reducción de importaciones y subvenciones; el aporte a la gestión inteligente de la red eléctrica a través de la carga en horas valle y; por la aparición de nuevos modelos de negocio y oportunidades económicas.



## ABREVIACIONES

BEN	Balance Energético Nacional
BEP	Balance Energético Nacional
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
Bs	Bolivianos (moneda nacional)
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
EAFO	The European Alternative Fuels Observatory
ENME	Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica
EV	Electric Vehicles
IEHD	Impuesto Especial a los Hidrocarburos y sus Derivados
l	Litros
MEFP	Ministerio de Economía y Finanzas Públicas
MHE	Ministerio de Hidrocarburos y Energías
MIIT	Ministry of Industry and Information Technology (China)
MM	Millones
SDS	Escenario de Desarrollo Sostenible
TCO	Total Cost Ownership
TIR	Tasa Interna de Retorno
USD	Dólares americanos
VAN	Valor Actual Neto
YPFB	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos

## **CONVENCIONES UTILIZADAS**

La nomenclatura empleada para la notación numérica es como sigue: el punto (.) para separar miles y la coma (,) se usa para separar se usa para separar decimales.

Las unidades que definen un valor numérico son las establecidas por el sistema internacional (SI) y se expresan, cuando corresponde, entre corchetes [...].

Las notas marginales se expresan como superíndice numérico (1) y se consignan al pie de la página correspondiente.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>BUSES ELÉCTRICOS EN AMÉRICA LATINA</b>	<b>16</b>
2.1	Reseña histórica del Transporte urbano en Bolivia	16
2.2	Contexto Global de la movilidad eléctrica	17
2.2.1	El mercado de los buses eléctricos	19
2.3	Progreso en las ciudades de América Latina	22
2.3.1	Santiago de Chile	23
2.3.2	México	28
2.3.3	Colombia	31
<b>3</b>	<b>DEFINICIÓN DEL IMPACTO MACROECONÓMICO DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN BOLIVIA</b>	<b>35</b>
3.1	Antecedentes	35
3.2	Marco normativo e institucional del sector hidrocarburos	36
3.3	Periodo I: Liberación del sector de Hidrocarburos 1990 – 2004	36
3.3.1	Esquema Institucional vigente en el periodo de liberalización	37
3.3.2	Mecanismos de indexación de precios para el mercado interno	38
3.3.3	La estabilización de los precios de los combustibles líquidos	39
3.3.4	El rol del Impuesto Especial a los Hidrocarburos y sus Derivados IEHD	40
3.3.5	Otra vuelta de tuerca: de la indexación a la estabilización	40
3.3.6	El Referéndum sobre los Hidrocarburos de 2004	40
3.4	Periodo II: La Estatización del sector de Hidrocarburos 2005 – 2020	41
3.4.1	Ley de Hidrocarburos de 3058 de 17 de mayo de 2005	41
3.4.2	D.S. N° 28701: La Nacionalización de los Hidrocarburos	42
3.4.3	La Constitución Política del Estado	43
3.4.4	Esquema Institucional vigente en el periodo de estatización	43
3.5	Implantación del subsidio a los carburantes: diésel y gasolina	44
3.5.1	Subvención de diésel	44
3.5.2	Subvención de Insumos y Aditivos para la obtención de Gasolina	46
3.6	La subvención a los combustibles	46
3.6.1	Datos oficiales de la subvención	46
3.6.2	Efectos perversos de la subvención	47
3.7	Perspectivas oficiales sobre la evolución de la subvención	48
3.8	El Impacto del sector transporte en la economía	50
3.8.1	Estimaciones y proyección de los subsidios	54
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS DEL MODELO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO</b>	<b>60</b>
4.1	Introducción	60
4.2	Marco institucional y normativo vigente	61
4.2.1	Competencias del nivel central del Estado	61
4.2.2	Competencias de los niveles municipales	64
4.3	Identificación de funciones e instituciones necesarias para la implementación de la movilidad eléctrica	68
4.3.1	Aspectos regulatorios del sector eléctrico	68
4.3.2	Aspectos regulatorios en el transporte urbano	72
4.4	Regulación del servicio de transporte público por los Gobiernos Autónomos Municipales	75
4.4.1	Gobierno Autónomo Municipal de La Paz	75
4.4.2	Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra	78

<b>4.5</b>	<b>Organización administrativa vigente en Bolivia.....</b>	<b>79</b>
4.5.1	Tipología de las entidades administrativas .....	79
4.5.2	Modalidades de coordinación interinstitucional .....	82
4.5.3	Creación del nuevo Ministerio de Hidrocarburos y Energías.....	83
4.5.4	Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular.....	85
<b>4.6</b>	<b>Propuesta de marco institucional .....</b>	<b>85</b>
4.6.1	Características.....	86
4.6.2	Atribuciones.....	87
4.6.3	Propuesta de adecuación institucional.....	88
<b>4.7</b>	<b>Estudio de legislación comparada de un caso regional en el ámbito de la promoción de la movilidad eléctrica Chile .....</b>	<b>88</b>
4.7.1	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) .....	89
4.7.2	Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM).....	89
4.7.3	Inclusión de lotes de buses eléctricos en procesos de licitación.....	91
<b>5</b>	<b>INTRODUCCIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS EN LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE LA PAZ BUS Y BRT SANTA CRUZ.....</b>	<b>92</b>
<b>5.1</b>	<b>LA PAZ BUS .....</b>	<b>92</b>
5.1.1	Tipo de buses en servicio actual .....	93
5.1.2	Rutas existentes .....	95
5.1.3	Plan de expansión .....	96
5.1.4	Potencial de electrificación .....	97
<b>5.2</b>	<b>BRT DE SANTA CRUZ .....</b>	<b>98</b>
5.2.1	Tipo de buses en servicio actual .....	99
5.2.2	Rutas existentes .....	100
5.2.3	Plan de expansión .....	100
5.2.4	Potencial de electrificación .....	102
<b>5.3</b>	<b>ANÁLISIS TCO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE POR AUTOBUSES .....</b>	<b>102</b>
5.3.1	Metodología .....	103
5.3.2	Resultados.....	104
<b>5.4</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO .....</b>	<b>105</b>
5.4.1	El modelo .....	105
5.4.2	Inversiones.....	106
5.4.3	La Paz Bus.....	107
5.4.4	BRT Santa Cruz .....	110
<b>6</b>	<b>PROYECTOS PILOTO DE BUSES ELÉCTRICOS EN BOLIVIA.....</b>	<b>115</b>
<b>6.1</b>	<b>Condiciones de partida .....</b>	<b>115</b>
<b>6.2</b>	<b>Tiempo de la Fase piloto .....</b>	<b>117</b>
<b>6.3</b>	<b>Proyectos Piloto propuestos.....</b>	<b>117</b>
<b>6.4</b>	<b>Recomendaciones técnicas .....</b>	<b>118</b>
6.4.1	Tamaño mínimo de flota .....	118
6.4.2	Protocolo de prueba.....	118
6.4.3	Servicio de captura de datos .....	120
6.4.4	Análisis de datos .....	120
6.4.5	Características básicas de los buses. ....	120
6.4.6	Modelo de los buses .....	121
<b>6.5</b>	<b>Proveedor tecnológico.....</b>	<b>121</b>
<b>6.6</b>	<b>Organizaciones involucradas y Fondo canasta (Basket Fund).....</b>	<b>122</b>
<b>6.7</b>	<b>Financiamiento de los buses piloto y de la infraestructura de carga.....</b>	<b>124</b>
<b>7</b>	<b>ESCENARIO ECONÓMICO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN EL TRANSPORTE .....</b>	<b>126</b>

<b>7.1</b>	<b>Estado normativo e institucional de los municipios .....</b>	<b>126</b>
<b>7.2</b>	<b>Características técnicas y sustitución de unidades de transporte .....</b>	<b>128</b>
7.2.1	Capacidad de carga de pasajeros .....	128
7.2.2	Sustitución de unidades de transporte.....	129
<b>7.3</b>	<b>Impacto por la introducción de la movilidad eléctrica .....</b>	<b>130</b>
7.3.1	Reducción de la cantidad de vehículos a combustión interna .....	131
7.3.2	Impacto en el consumo de combustible y en el subsidio.....	131
7.3.3	Estimación del impacto Macroeconómico.....	133
7.3.4	Impacto en el crecimiento del PIB .....	135
7.3.5	Impacto en el Sector Transporte.....	136
7.3.6	Impacto en el Sector Eléctrico .....	136
7.3.7	Impacto en la generación de empleo.....	137
<b>8</b>	<b>LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE MOVILIDAD ELÉCTRICA – ENME .....</b>	<b>138</b>
<b>8.1</b>	<b>Antecedentes .....</b>	<b>138</b>
<b>8.2</b>	<b>LA ENME .....</b>	<b>138</b>
<b>8.3</b>	<b>Definición del Ente Líder de la ENME .....</b>	<b>139</b>
<b>8.4</b>	<b>Mesa técnica de electromovilidad .....</b>	<b>140</b>
<b>8.5</b>	<b>Gobernanza .....</b>	<b>141</b>
<b>8.6</b>	<b>Pacto de la electromovilidad.....</b>	<b>142</b>
<b>8.7</b>	<b>Diagnóstico y definición de objetivos.....</b>	<b>142</b>
<b>8.8</b>	<b>Metas de la ENME.....</b>	<b>143</b>
<b>9</b>	<b>PROPUESTA DE MODELOS DE ASOCIACIÓN PÚBLICO – PRIVADA.....</b>	<b>143</b>
<b>9.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>144</b>
<b>9.2</b>	<b>Definiciones de una Asociación Público - Privada.....</b>	<b>144</b>
<b>9.3</b>	<b>Asociaciones Público Privadas en la legislación nacional. ....</b>	<b>146</b>
9.3.1	Normativa del nivel central .....	147
9.3.2	Normativa de los niveles municipales .....	152
<b>9.4</b>	<b>Estudio de los modelos de financiamiento aplicados en el ámbito municipal.</b>	<b>158</b>
9.4.1	Modelo de gestión de financiamiento público aplicado por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.....	159
9.4.2	Modelo concesional aplicado por el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra .....	162
<b>9.5</b>	<b>Estudio de la legislación comparada: Caso chileno.....</b>	<b>164</b>
9.5.1	Marco Legal de las asociaciones público privadas en Chile .....	165
9.5.2	Ciclo de Desarrollo de proyectos .....	165
9.5.3	La concesión del Servicio Complementario de Provisión de Flota en el Sistema de Transporte Público Metropolitano .....	167
<b>9.6</b>	<b>Hacia una visión a largo plazo: Fortaleciendo las alianzas estratégicas de inversión conjunta contempladas en el DS 3469 .....</b>	<b>170</b>
<b>10</b>	<b>ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INTRODUCCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN LA CALIDAD DEL AIRE .....</b>	<b>173</b>
<b>10.1</b>	<b>Herramienta de modelación .....</b>	<b>173</b>
<b>10.2</b>	<b>Evaluación del impacto y Datos de entrada .....</b>	<b>173</b>
10.2.1	Condiciones de intervención del proyecto .....	177
10.2.2	Resultados de la estimación de reducción de emisiones vehiculares.	179
<b>10.3</b>	<b>Impacto de la introducción de la movilidad eléctrica en el nivel de presión sonora .....</b>	<b>183</b>

10.3.1	Revisión de la normativa nacional y local sobre evaluación de emisión de nivel de presión sonora en fuentes móviles.....	183
10.3.2	Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia .....	183
10.3.3	Ley de Medio Ambiente N° 1333.....	184
10.3.4	Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.....	184
10.3.5	Leyes y reglamentos municipales.....	185
10.3.6	Normas técnicas.....	186
10.3.7	Análisis.....	186
10.3.8	Propuesta técnica para la evaluación de emisiones de nivel de presión sonora vehiculares .....	186
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>191</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>196</b>



# **ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD, QUE PERMITA ESTIMAR LOS IMPACTOS MACROECONÓMICOS POR LA INTRODUCCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE BOLIVIA**

## **1 INTRODUCCIÓN**

La tendencia mundial orientada a la reducción de los gases de efecto invernadero y a combatir los efectos adversos del cambio climático ha ocupado la agenda de autoridades nacionales de distintos países, así como de organismos internacionales, trazándose metas con el objetivo de descarbonizar la matriz energética, con especial énfasis en el sector del transporte. En este marco, muchos países están apostando por la incursión de la movilidad eléctrica en los sistemas de transporte tanto en el servicio público como para uso particular, con el objetivo de sustituir el consumo de combustibles fósiles, por sus elevados costos medio ambientales, económicos y bajo nivel de eficiencia energética.

La realidad boliviana no es indiferente a esta tendencia mundial, pero los objetivos de profundizar el cambio de la matriz energética desplazando el consumo de combustibles líquidos de origen fósil por otros sustitutos, no persigue únicamente una finalidad de carácter medio ambiental, sino una de mayor trascendencia para el desarrollo económico de nuestro país, una finalidad de contenido económico, pues las políticas energéticas en los últimos años han privilegiado las acciones orientadas a la reducción de la demanda interna de gasolina y diésel oíl por el elevado costo que representa su importación, para cubrir el déficit entre la demanda y la producción interna.

En el presente estudio, auspiciado por la cooperación alemana a través de la GIZ, con una breve contextualización del desarrollo de la electromovilidad en los países de la región, se realiza un análisis exhaustivo sobre los impactos económicos que representa para la economía boliviana, la importación de combustibles líquidos necesarios para atender la creciente demanda interna, principalmente por el sector del transporte. De igual forma, se analiza los sistemas de transporte público en los municipios de La Paz y Santa Cruz de la Sierra, en los que se evalúa los modelos de prestación del servicio por sí mismos como a través del empleo de la figura de la concesión. Se plantea escenarios con la introducción de buses eléctricos como parte de la flota de buses en ambos modelos, como un ejercicio de proyectos piloto que podrían emplearse en ambos municipios. Finalmente, el estudio aborda el análisis de la institucionalidad existente relacionada con la implementación de la movilidad eléctrica, desde los aspectos regulatorios del sector eléctrico, pasando por las regulaciones del servicio público de transporte de pasajeros, hasta evaluar y recomendar la adopción de ajustes al marco institucional del sector energético.

## 2 BUSES ELÉCTRICOS EN AMÉRICA LATINA

### 2.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL TRANSPORTE URBANO EN BOLIVIA

La historia del transporte público en Bolivia se la puede dividir en 4 grades momentos. El primer momento que duro la primera mitad del siglo XIX, donde se introdujo transporte público con el uso de tranvías eléctricos operados por la empresa a cargo de la generación y distribución de energía eléctrica (Bolivian Power Company); un segundo momento donde los buses a combustión interna muestran su versatilidad e ingresan a reemplazar a los tranvías, de cierta manera apadrinados por el emporio del petróleo retirando el servicio de los tranvías por completo.

La historia de los buses como sistema principal de transporte público presenta diferentes formatos en el tiempo que se adaptan a las necesidades. Vehículos de origen norteamericano en un inicio, luego buses producidos en la región (principalmente Brasil) y al final del período, buses de mayor capacidad de origen japonés. Esta etapa dura de mediados del Siglo XIX hasta inicios de los años 90 no pudiendo completar un período de medio siglo, ya que con la liberación del transporte ingresan los minibuses de 15 pasajeros, generando un tercer momento de la historia. Inicialmente los minibuses de origen japonés entran como un sistema complementario a los buses, pero poco apoco en todas las ciudades de Bolivia, excepto Santa Cruz, llegan a constituirse en el principal sistema de transporte público.

Un cuarto momento sucede en el año 2014 donde por presión de la decadencia de los sistemas sindicalizados, la sobre oferta de los minibuses y el deterioro del servicio de transporte, hacen su ingreso al sistema, los servicios de Buses Municipales en La Paz y El Alto y el sistema de transporte por Cable, rompiendo la hegemonía del transporte gremial.

**Figura 1. Diferentes tipos de transporte urbano de La Paz**





Fotos: Archivo Swisscontact

Los buses eléctricos sin duda deben formar parte de este cuarto momento, ya que solamente serán posibles de incorporar -como lo veremos más adelante-, bajo un esquema no gremial y anecdóticamente retornando después de prácticamente un siglo a la propulsión eléctrica.

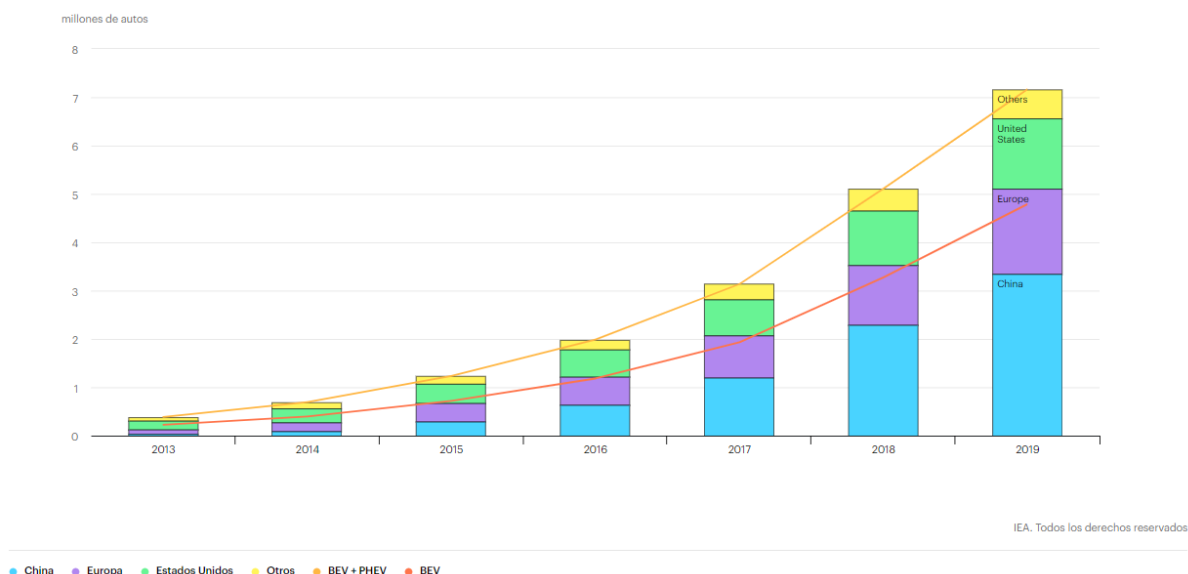
## 2.2 CONTEXTO GLOBAL DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA

Las ventas de autos eléctricos superaron los 2.1 millones a nivel mundial en 2019, superando a 2018, para aumentar el stock a 7.2 millones de autos eléctricos. Los automóviles eléctricos, que representaron el 2,6% de las ventas mundiales de automóviles y alrededor del 1% del stock mundial de automóviles en 2019, registraron un aumento interanual del 40%. A medida que avanza el progreso tecnológico en la electrificación de vehículos de dos o tres ruedas, autobuses y camiones y crece el mercado para ellos, los vehículos eléctricos se están expandiendo significativamente.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Perspectiva global de vehículos eléctricos 2020. [www.iea.org](http://www.iea.org)

**Figura 2. Stock de vehículos eléctricos por región y tecnología, 2013-2019**



Fuente: Vehículos eléctricos – Informe de seguimiento jun 2020 -[www.iea.org](http://www.iea.org)

Según el reporte de la Agencia Internacional de Energía en su reporte de mayo de este año, China mantiene su liderazgo con el mercado más grande del mundo de vehículos eléctricos vendidos (1.06 millones coches), seguida de Europa con 560 000 y Estados Unidos en tercer lugar con 326 000 vehículos vendidos; estas tres regiones representan más del 90% de todas las ventas en 2019. Noruega sigue teniendo la mayor participación de mercado en ventas (56% en 2019), seguida de Islandia (23%) y los Países Bajos (15%). Los coches eléctricos con batería (que comprenden coches eléctricos con batería y coches eléctricos híbridos enchufables) representaron una parte mayor de las ventas de coches eléctricos (casi tres cuartas partes) en 2019. El progreso en la descarbonización del sector energético acelerará los beneficios de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos eléctricos.

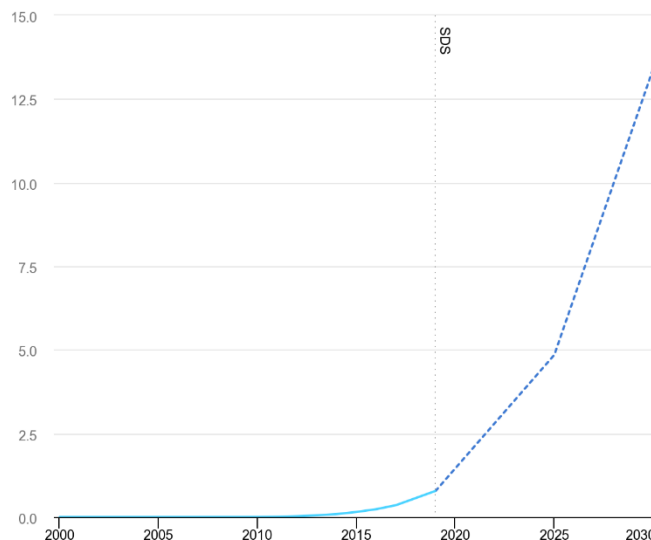
Con un rápido crecimiento en las ventas de automóviles eléctricos durante la última década, los automóviles eléctricos representan aproximadamente el 1% de la flota mundial de automóviles en la actualidad. En el Escenario de Desarrollo Sostenible (SDS), el 13% de la flota mundial de automóviles es eléctrica para 2030, lo que requiere un crecimiento promedio anual del 36% por año entre 2019 y 2030.

Los vehículos eléctricos de batería, que representan aproximadamente las tres cuartas partes de las ventas de automóviles eléctricos a nivel mundial, fueron particularmente exitosos en muchos mercados en 2019, con aumentos del 80% en toda Europa y del 43% en Canadá, y ventas estables en China y Estados Unidos, lo que llevó a un crecimiento de las ventas anuales globales del 14% en 2019.

Mientras tanto, las ventas de híbridos enchufables cayeron un 11%. Los modelos de vehículos eléctricos híbridos enchufables estuvieron ampliamente disponibles

en el mercado alrededor de 2012 y para 2019 constituían aproximadamente un tercio del stock mundial de automóviles eléctricos. Los principales mercados siguen siendo China (40% de las ventas mundiales) y Europa (36%). Los híbridos enchufables representaron el 36% de los autos eléctricos vendidos en Europa en 2019 y el 21% en China.

**Figura 3. Cuota de vehículos eléctricos en el escenario de desarrollo sostenible, 2000-2030**



Fuente: <https://www.iea.org/> Última actualización 4 de junio de 2020

### 2.2.1 El mercado de los buses eléctricos

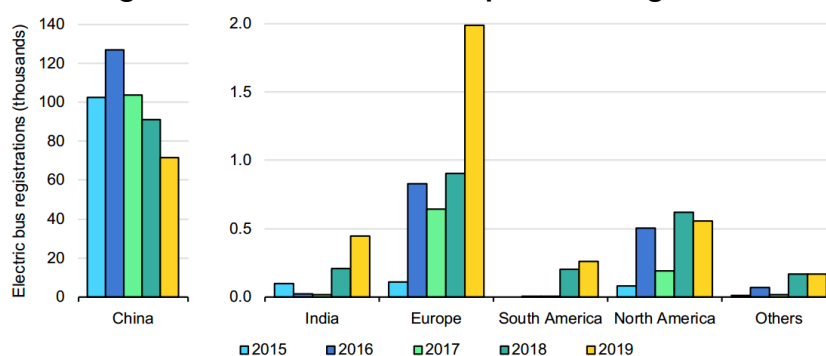
El mercado mundial de autobuses eléctricos ha disminuido desde el aumento de las ventas en 2016. En 2019, las nuevas matriculaciones de autobuses eléctricos ascendieron a unos 75.000 vehículos, un 20% menos que las 93.000 unidades de 2018. En total, había alrededor de 513 000 autobuses eléctricos en todo el mundo en 2019, un 17% más que en 2018. Alrededor del 95% de los autobuses eléctricos registrados en 2019 se fabricaron y vendieron en China. El crecimiento en China disminuyó alrededor del 20%, debido a la reducción de las subvenciones para la compra (la subvención disminuyó un 40% en comparación con 2016 (MIIT, 2015)), así como a la reducción del mercado de autobuses en China. El número de autobuses eléctricos ha aumentado considerablemente en Europa y en los Estados Unidos -aunque son aproximadamente dos órdenes de magnitud más bajos que en China-, reduciendo ligeramente esa concentración del mercado chino. Aun así, la gran mayoría (más de 0,5 millones de autobuses, o el 98% de la flota mundial) de los autobuses eléctricos operan en China.

En 2019, Europa registró 1.900 autobuses eléctricos, más del doble que el año anterior. La mayor parte de los 4.500 autobuses eléctricos de Europa operan en los Países Bajos (800), el Reino Unido (800), Francia (600) y Alemania (450). Por segundo año consecutivo, las matriculaciones de autobuses eléctricos en Europa superaron a las de autobuses de gas natural, otro combustible

alternativo popular para los autobuses públicos (EAFO, 2020a). La flota europea de autobuses eléctricos es mayor que la de América del Norte, que tenía 2 255 autobuses eléctricos, incluidas más de 500 nuevas matriculaciones en 2019 (EV-Volumen, 2020). La introducción de 63 autobuses eléctricos en la Ciudad de México marcó el comienzo de su despliegue en México (Yutong, 2019). América del Sur es uno de los principales mercados en crecimiento para los autobuses eléctricos. Las matriculaciones en 2019 fueron 3,5 veces superiores a las de 2018, con más de 450. Chile mantiene la mayor flota de la región con 819 autobuses eléctricos<sup>2</sup>. Otras ciudades que operan con autobuses eléctricos se encuentran en Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador.

Hoy en día, la electricidad a batería es casi la opción tecnológica exclusiva para los autobuses eléctricos con una cuota de mercado del 95% a nivel mundial, superando con creces las nuevas matriculaciones de autobuses híbridos enchufables y eléctricos de pila de hidrógeno. Sin embargo, los autobuses eléctricos de pilas de hidrógeno han suscitado un interés creciente y en 2019 se registraron unos 4.000, más del 80% en China.<sup>3</sup>

**Figura 4. Registro de buses eléctricos por País/Región 2015-2019**



Fuente: Perspectiva global de vehículos eléctricos 2020. [www.iea.org](http://www.iea.org)

Con respecto a los precios, los buses eléctricos han bajado su precio sistemáticamente debido a la reducción de los precios en la producción de las baterías. El costo promedio de las baterías de litio por kilovatio-hora ha disminuido desde 2010 y la tendencia es una reducción de 18% anual<sup>4</sup>.

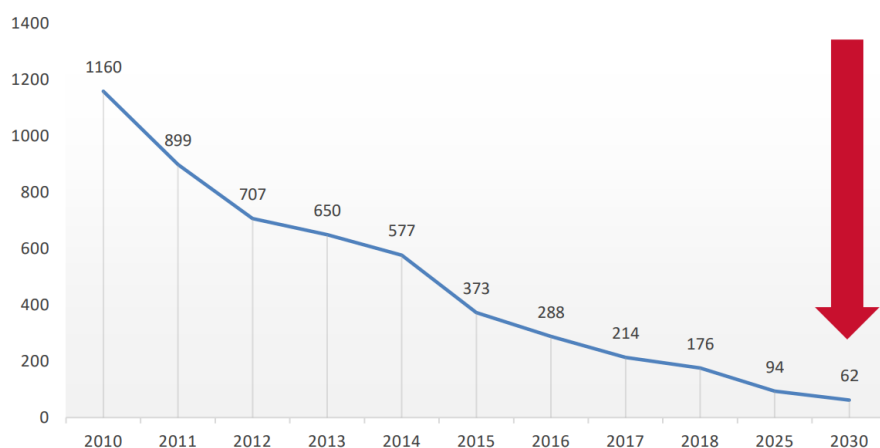
<sup>2</sup> [www.ebusradar.org](http://www.ebusradar.org)

<sup>3</sup> Global EV Outlook 2020. [www.iea.org](http://www.iea.org)

<sup>4</sup> Bloomberg, 2019



**Figura 5. Precio de la batería de litio  
USD/kWh**



Fuente Bloomberg, 2019

En el caso de Chile, el precio de un bus eléctrico de 12m en 2014 era de USD 450.000 y el mismo bus en el 2019 estaba cotizado en USD 292.500<sup>5</sup>.

Con el Covid-19, el transporte público urbano, incluidos los autobuses, se enfrentará a los retos de prestar servicios de gran capacidad y asequibles, garantizando al mismo tiempo la seguridad sanitaria. Existe el riesgo de que los viajeros opten temporal o definitivamente por opciones de vehículos personales. Este aspecto, generará conflictos en los balances económicos de los sistemas de transporte requiriendo inicialmente subvención para la operación, pero en el mediano plazo, tendrán que mejorar sus eficiencias para mitigar el impacto.

Sin embargo, en las ciudades densas del mundo en desarrollo y del mundo desarrollado por igual, los autobuses urbanos constituyen un medio de transporte fundamental que no es fácilmente sustituible por automóviles sin agravar la ya grave congestión. Por consiguiente, el futuro del transporte público en general y de los autobuses eléctricos en particular se equilibrará entre los efectos de la pandemia, la capacidad general del sistema de transporte urbano y el apoyo continuo de los gobiernos.

En América Latina, cuando hablamos de la electrificación del sector transporte y los beneficios que puede lograr, siempre nos referimos en comparación con el sistema actual en predominancia (buses a combustión interna), muy diferente acercamiento que por ejemplo al europeo, donde los sistemas troncales son en buena medida ferroviarios y los buses son sistemas complementarios/alimentadores. En este sentido, en América Latina, las expectativas son mucho mayores por los beneficios que pueden lograr para las áreas urbanas.

Así, la movilidad eléctrica se convierte en una herramienta clave para mitigar los efectos del cambio climático, reducir la contaminación del aire y mejorar la seguridad energética. Para alcanzar el objetivo de limitar el calentamiento

<sup>5</sup> Carolina Somonetti, MTT Chile, 2020.

global a menos de 2 grados centígrados del Acuerdo de París sobre el cambio climático, el sector transporte, que representa el 20%<sup>6</sup> de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> deberá cambiar rápidamente hacia opciones de cero emisiones. Esto solo será posible a través de la electrificación masiva del sector de transporte, junto con la descarbonización de la red eléctrica utilizada para cargar vehículos eléctricos.

La reducción de la contaminación del aire se hace aún más evidente en ciudades con las bolivianas ya que al tener una de las flotas más viejas de la región<sup>7</sup>, un salto a tecnología baja o cero emisiones genera beneficios mayúsculos.

Según Bloomberg<sup>8</sup> el cambio de vehículos convencionales a eléctricos desplazará a 7,3 millones de barriles de combustible para el transporte por día.

Debido a la diversidad de fuentes de suministro de energía eléctrica, la movilidad eléctrica mejora la seguridad energética. En el caso boliviano, el 64% de la energía es de origen termoeléctrico con un alto componente de gas natural en su forma primaria; el 6% es de origen renovable no convencional (biomasa, solar y eólica) y el 30% se produce en plantas hidroeléctricas, por lo que la sustitución por flota eléctrica reducirá las importaciones de combustible. La eficiencia demostrada de los vehículos eléctricos frente a sus antecesores de combustión interna, tanto a nivel de aprovechamiento de la energía como de costos de mantenimiento hará que exista una introducción importante en todos los segmentos. Se espera que las cadenas de distribución urbana, el transporte urbano, interprovincial e incluso de larga distancia, adopte la nueva tecnología para mantener su competitividad, en este sentido, es fundamental estar preparado como Estado para dar soporte a este cambio tecnológico.

## **2.3 PROGRESO EN LAS CIUDADES DE AMÉRICA LATINA**

América Latina tiene una gran necesidad de avanzar hacia formas de transporte más limpias. El sector de transporte es la fuente más grande y de más rápido crecimiento de emisiones relacionadas con energía en la región.

La flota automovilística es responsable de aproximadamente el 37% de las emisiones de transporte totales de América Latina, mientras que el transporte público, incluidos los autobuses, representa cerca del 10%<sup>9</sup>. Si la movilidad eléctrica se expande en América Latina en una medida suficiente para cumplir con el escenario de 2 grados, la región vería una reducción de aproximadamente más de 1.500 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y un ahorro de

---

<sup>6</sup> "CO<sub>2</sub> emissions from transport (% of total fuel combustion)," The World Bank Group, 2014, <https://data.worldbank.org/indicator/EN.CO2.TRAN.ZS>.

<sup>7</sup> Estudio de la movilidad en Bolivia – Swisscontact, reporta 25 de años de antigüedad promedio del transporte público nacional.

<sup>8</sup> Colin McKerracher, "Electric Vehicle Outlook 2018," Bloomberg New Energy Finance, <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>.

<sup>9</sup> CARGANDO EL FUTURO El crecimiento de los mercados de autos y autobuses eléctricos en las ciudades de América Latina. Guy Edwards, Lisa Viscidi & Carlos Mojica

combustible de casi \$85.000 millones de 2016 a 2050, según el Programa de Medio Ambiente las Naciones Unidas.<sup>10</sup>

La región tiene una ventana de oportunidad crítica para electrificar el sector de transporte. América Latina disfruta de una de las matrices de electricidad más limpias del mundo: aproximadamente el 50% de la capacidad de energía instalada proviene de energías renovables en comparación con un promedio mundial de aproximadamente el 15%<sup>11</sup>. Tiene la flota de automóviles de más rápido crecimiento en el mundo, con una cantidad de vehículos que se triplicará en los próximos 25 años, llegando a más de 200 millones de unidades para 2050. América Latina también cuenta con el mayor uso de autobuses por persona en todo el mundo, y los sistemas de autobús de tránsito rápido (o Bus de Tránsito Rápido, BTR) en 62 ciudades ofrecen una alternativa de menor costo a los sistemas de metro y ferrocarril. Los autobuses funcionan muchas horas al día, lo que significa que el ahorro de combustible y menores costos de mantenimiento generados por la electrificación producen un rápido retorno de la inversión. Las rutas fijas y las distancias definidas a lo largo de las cuales viajan los autobuses también facilitan la instalación de sistemas de carga.

A continuación, veremos algunos casos de estudio de la Región.

### **2.3.1 Santiago de Chile**

Chile elaboró en el año 2017 su Estrategia Nacional de Electromovilidad. La visión de caminar hacia la electromovilidad nace de un mandato presidencial de mejorar los sistemas de transporte de Chile siendo la electromovilidad uno de los pilares fundamentales que llevaría a este objetivo al país, reducir la contaminación del aire en concordancia con los Planes de Descontaminación, especialmente el de Santiago de Chile y cumplir las metas de reducción de emisiones comprometidas por Chile en el acuerdo de París.

A nivel energético Chile se ha planteado la meta de reducir la demanda de energía en 20% respecto a la proyectada al año 2025 (Ministerio de Energía, 2014). Junto a esto, la Política Nacional de Energía 2050 establece mejorar la eficiencia energética de los vehículos y de su operación y que al 2035 se adopten estándares de eficiencia energética para el parque de vehículos livianos nuevos. (Ministerio de Energía, 2015).

En el plano de los compromisos del Acuerdo de París, Chile se ha comprometido a reducir al 2030 la intensidad de emisiones en un 30% respecto a los niveles observados en 2007. (Comité de Ministros para la Sostenibilidad y Cambio Climático, 2015).

En cuanto a las metas planteadas para la introducción de la movilidad eléctrica, Chile se propuso llegar a tener al 2050, 40% de los vehículos livianos eléctricos y el 100% del transporte público urbano.

---

<sup>10</sup> 12. Sebastián Galarza and Gianni López, "Movilidad Eléctrica: Oportunidades Para Latinoamérica," ONU Medio Ambiente, 2016.

<sup>11</sup> GlobalData Energy, "Q3 2017: global power markets at a glance," Power Technology, December 12, 2017, <https://www.power-technology.com/comment/q3-2017-global-power-markets-glance/>.

**Figura 6. Metas de introducción de vehículos eléctricos en Chile**

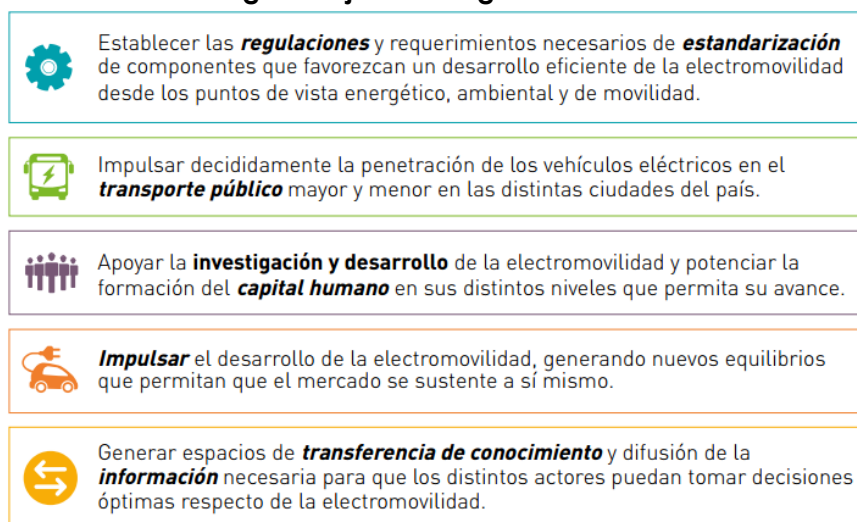


Sólo considerando la meta de vehículos livianos, se estima que el ingreso de vehículos eléctricos evitará la emisión de 11 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año y reducirá el gasto en energéticos del país en más de US\$ 3.300 millones anuales, que corresponde casi exclusivamente a combustibles importados, lo que equivale a cerca de un 1,5% del PIB del 2016, de acuerdo con estimaciones del Ministerio de Energía.

Es en este escenario que surge la importancia de generar esta “Estrategia Nacional de Electromovilidad” para alcanzar la meta propuesta de reducciones de consumo energético y emisiones de forma armónica con el resto de las políticas de Chile.

El documento tiene 5 ejes estratégicos, dentro de los cuales se agrupan 20 líneas de acción.

**Figura 7 Ejes estratégicos del Plan**



Fuente: Estrategia Nacional de Electromovilidad Chile

El segundo Eje Estratégico “Transporte público como motor del desarrollo” viene a ser el más importante de la cadena de promoción de la electromovilidad y por su importancia con la propuesta para Bolivia se la explicita en sus 3 líneas de acción:

### **2.3.1.1 Línea de acción 7: Incentivos para transporte público mayor**

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones ha establecido políticas de modernización de flota de transporte público, con un énfasis dentro de los próximos dos años en la creación de condiciones para el despliegue de las

distintas tecnologías de buses eléctricos en Transantiago. Para esto se ha exigido en las bases de licitación de nuevos operadores, la incorporación de al menos 90 buses eléctricos durante el año 2019, como una primera etapa que permita crear las condiciones para una masificación durante la próxima década. Además, el proyecto de bien público CORFO "Consortio Tecnológico para el despliegue de la electromovilidad en Transantiago" propondrá medidas específicas para el desarrollo de la electromovilidad en el sistema de transporte público de Santiago y creará una plataforma de cooperación público-privada en este ámbito.

A partir de estos y otros proyectos, será posible levantar información de brechas y oportunidades que permitan justificar la entrada masiva de buses eléctricos en las próximas licitaciones de Transantiago, así como en los procesos de regulación del transporte público mayor en regiones.

### **Acciones**

Monitorear las iniciativas piloto de buses eléctricos, y de ser exitosas implementar incentivos en las bases de licitación (u otras fórmulas de regulación del transporte público) que premien la incorporación de nuevas tecnologías, así como se estudiará la posibilidad de utilizar recursos provenientes del subsidio a transporte público y/o de fondos sectoriales del Ministerio de Energía para generar subsidios a la adquisición de vehículos eléctricos. También se continuará con los esfuerzos para conseguir apoyo de fondos internacionales para estos fines. Se establecerá como requisito la entrega de la información generada en la operación de los vehículos eléctricos, para aumentar el conocimiento de dichas tecnologías. Adicionalmente, se vigilará el comportamiento de la infraestructura eléctrica y su operación ante los nuevos requerimientos de demanda y se tomarán acciones necesarias para corregir los eventuales problemas.

#### **2.3.1.2 Línea de acción 8: Incentivos para taxis colectivos**

El transporte público mediante taxis colectivos se ha extendido por la mayoría de las ciudades del Chile. En ese sentido, resulta atractivo en términos energéticos y ambientales el traspaso de flota a la modalidad eléctrica.

El programa "Renueva tu colectivo" genera incentivos especiales para el recambio tecnológico a electricidad, sin perjuicio de lo cual existe un importante espacio para profundizar dicha política.

### **Acciones**

Impulsar la penetración de la tecnología eléctrica en taxis colectivos. Para ello, se propone revisar el monto del subsidio a taxis eléctricos del programa "Renueva tu colectivo", incluyendo como requisito la entrega de la información

generada en la operación de vehículos eléctricos para aumentar el conocimiento de dichas tecnologías.

### **2.3.1.3 Línea de acción 9: Incentivos para taxis**

El modo taxi presenta, además del colectivo, varias modalidades: taxi básico, taxi ejecutivo y taxi de turismo. Al igual que en el caso de los taxis colectivos, este mercado se caracteriza por la alta circulación anual de los vehículos, lo que los hace candidatos interesantes para el recambio a tecnología eléctrica.

#### **Acciones**

Impulsar la penetración de la tecnología eléctrica en vehículos de distintas modalidades de taxi: básico, ejecutivo y de turismo. Al respecto, se propone impulsar concursos de nuevos cupos para taxis eléctricos a lo largo del país y analizar otros incentivos que puedan acompañar a dicha medida (como plataformas tecnológicas nacionales que colaboren en la gestión de flotas y la interacción con el usuario), considerando exigencias de contar con la información generada de la operación de vehículos eléctricos, de modo de permitir aumentar el conocimiento de dichas tecnologías.

### **2.3.1.4 Piloto de buses eléctricos en Santiago de Chile**

En el año 2016, Enel Chile, BYD y el gobierno de Chile ponen el primer autobús eléctrico en la ciudad, ofreciendo viajes gratuitos entre puntos atractivos. Esta promoción continúa con la introducción de dos buses en el sistema de transporte público de Santiago el 15 de noviembre de 2017. La empresa METBUS es la encargada de operar los buses en el corredor Grecia, con un recorrido de 59 km por vuelta. Los buses recorren 238 km/día durante un año haciendo entre ambos un recorrido total de 105981 km. Los buses trabajaron a una velocidad de operación de entre 13 y 14.5 km/h.

Las características técnicas de los buses fueron las siguientes:

- Marca/modelo: BYD K9 de procedencia China
- Capacidad 81 pasajes - 12 metros de largo
- Capacidad de carga eléctrica: 324 kWh
- Autonomía de diseño: 250 kilómetros
- Aire Acondicionado, conectores de carga USB para pasajeros y servicio de wifi

Resultados principales de la prueba piloto:

- En términos energéticos, los buses eléctricos consumen 76% menos de energía que su similar en Diesel
- A precios locales de energía eléctrica y costo del Diesel en Chile, los buses eléctricos tienen un costo de operación de 70,4\$/km versus 299,8 \$/km de los buses a Diesel.



- La electricidad utilizada por el bus BYD K9 equivale al consumo aproximado de 2.260 litros de diésel al mes, dejando de emitir cerca de 4 toneladas de CO2 en el mismo período
- Baterías: Tecnología Hierro Fosfato. 2 packs de 96 celdas (92 kWh) y 2 packs de 48 celdas (46 kWh). 4000 ciclos de carga diaria completa, lo que permite una vida útil de 11 años.
- Tiene una capacidad para 81 pasajeros, de los cuales 31 pueden ir sentados, mientras que los otros 50 van de pie

Estas conclusiones favorables del proyecto piloto alentaron a la implementación del sistema y permitieron a los operadores e inversionistas diseñar el mecanismo de financiamiento para la implementación del primer proyecto de buses eléctricos de transporte público de la ciudad.

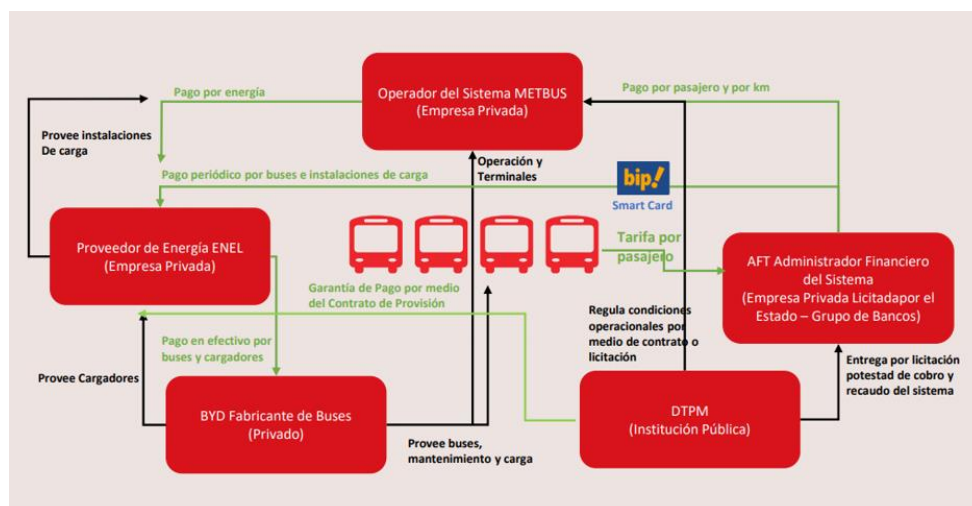
### 2.3.1.5 Implementación de los buses eléctricos

Una vez que las incertidumbres de la operación de los buses eléctricos fueron despejadas (fase piloto), BYD Chile, MetBus y el Ministerio de Transporte elaboraron un modelo de financiamiento de los buses a través de un leasing comercial.

Los 100 primeros autobuses eléctricos comprados corresponden al modelo BYD K9 FE, mientras que los 100 siguientes fueron del modelo Yutong E12 LF. Para la provisión de energía eléctrica, se han construido 2 terminales de autobuses con 63 y 67 puntos de recarga respectivamente, que además están equipadas con paneles solares.

En el siguiente esquema, se presenta el modelo de financiamiento de los buses en Santiago de Chile.

**Figura 8 Modelo de negocio y operación Buses eléctricos METBUS**



Fuente: Presentación Tamara Berríos M. Country Manager BYD Chile.

A diferencia de los modelos de financiamiento de flota vehicular para transporte público usuales, el modelo de Chile incluye un nuevo actor que es el

proveedor de energía. El giro de negocio principal de las empresas de energía es precisamente la venta de energía, pero debido su interés comercial de promover el incremento en la demanda, actúan como ente financiero expandiendo su rol primogénito. A continuación, se encuentra una explicación de cómo funciona el sistema financiero.

- El proveedor de energía eléctrica ENEL compra los buses y cargadores con capital propio. Los buses son entregados al operador en forma de leasing y los cargadores son administrados por ENEL. Esta situación permite a los transportistas prescindir de la inversión inicial y a ENEL asegurarse de la carga exclusiva y fiscalizada por ellos mismos.
- BYD no solamente vende los buses sino también se hace cargo del mantenimiento por la vida útil del bus mientras dura el leasing financiero. Esta figura, reduce la incertidumbre de fallas tecnológicas y garantiza al operador una disponibilidad de los buses mayor al 99% por un monto calculado por kilómetro recorrido.
- El Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM), ente encargado de la regulación, el control y la supervisión del Sistema, es el garante del crédito (Contrato de provisión de servicio de buses), regula las condiciones de operación del operador y contrata y regula al ente de recaudo del sistema. Esta figura, permite garantizar a ENEL el pago de la deuda y asegurar la provisión del servicio de transporte (fin último) pudiendo tomar posesión de los buses en caso de conflictos internos del proveedor del servicio (METBUS).

El sistema RED de Santiago de Chile, tiene prevista la sustitución gradual de 1160 buses que cumplieron su ciclo de vida. Esta sustitución se hace con buses eléctricos y buses a Diesel EURO VI. El proceso se inició en junio de este año y se extenderá hasta septiembre<sup>12</sup>. Estos buses se sumarán a los 1.069 que entraron en funcionamiento en 2019, totalizando una flota de 2.220 buses con estándar Red<sup>13</sup> y que beneficiarán a 4 millones de usuarios a la semana.

Actualmente operan 561 buses eléctricos y 880 buses eléctricos (Euro VI). Siendo la flota más extensa de buses eléctricos de la Región y la más moderna en cuanto a los vehículos de combustión interna (ICE).

### **2.3.2 México**

México es un país con larga trayectoria de mejora de los sistemas de movilidad urbana. Los problemas de calidad del aire en sus grandes conglomerados urbanos como el de Ciudad de México, generaron medidas desde los años 80.

El anterior gobierno en su Plan Nacional de Desarrollo de México (2013-2018) contempló líneas de acción en el tema de movilidad sustentable. Estas son:

---

<sup>12</sup> <http://www.dtpm.cl/>

<sup>13</sup> Estándar RED significa de bajas o nulas emisiones. Califican solamente los buses tecnología EURO VI y buses eléctricos.

- Mejorar la movilidad de las ciudades mediante sistemas de transporte urbano masivo, congruentes con el desarrollo urbano sustentable y que aprovechen las tecnologías para optimizar el desplazamiento de las personas.
- Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte.

A nivel internacional, México se ha comprometido a contribuir con la reducción del 3.5% de sus emisiones en materia de transporte, para el año 2030 con la penetración creciente de vehículos híbridos y eléctricos, además de reducir 4% las contribuciones a través de una serie de acciones relacionadas con la implementación de trenes interurbanos de pasajeros. Esto en el Marco del Acuerdo de París.

Con el patrocinio del C40 Cities Finance Facility (CFF) la ciudad de México elaboró en 2018 el documento: Estrategia de electromovilidad de la Ciudad de México 2018 – 2030. El objetivo de la Estrategia es sentar las bases para desarrollar un programa de movilidad eléctrica, al igual que articular otros esfuerzos en el tema que implementa la CDMX, a fin de cumplir con objetivos de cambio climático, calidad del aire, disminución del ruido, reducción de la congestión vehicular y mejoramiento de la oferta de transporte público.

La estrategia plantea 3 ejes (Vehículos, Energía y Políticas públicas) las metas propuestas para vehículos son:

1. El 20% de la flota de transporte público colectivo es eléctrica en el 2030.
2. El 15% de las ventas de automóviles nuevos en CDMX en el 2030 son híbridos y/o eléctricos.
3. El 80% de la flota de taxis y ERT de la CDMX son híbridos y/o eléctricos en el 2030.
4. El 30% de la nueva flota de vehículos utilitarios de la CDMX es híbrida y/o eléctrica en 2030.
5. El 30% de los sistemas de bicicletas compartidas (públicas y privadas) son eléctricas en el 2030.

Posteriormente se elaboró la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica 2019-2024, la cual se encuentra en su fase final de elaboración. Los consultores tuvieron acceso al último borrador en el cual se indica como objetivo principal: "Establecer las bases y pautas sobre los requerimientos y prioridades ambientales, técnicas, tecnológicas, financieras, legales, institucionales y administrativas; así como impulsar los esquemas de incentivos, que permitan posicionar a nivel nacional la movilidad eléctrica como una alternativa viable y sostenible para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y de contaminantes criterio".

A nivel de metas, la estrategia propone:

A 2030:

- La electrificación del transporte coadyuvará a reducir entre 3.5 y 5 millones tCO<sub>2</sub>e, equivalentes a la introducción de por lo menos 500,000 vehículos ligeros y 7,000 vehículos pesados de carga o de pasajeros, en el periodo de 2019 a 2030.
- El 5% de las ventas de vehículos ligeros y pesados serán híbridos y eléctricos
- Reducir las emisiones de 31 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e a través de las acciones de esta Estrategia en combinación con la NOM 163 sobre eficiencia para vehículos ligeros, y la adopción de sistemas de transporte integrado y programas de planeación urbana.
- Las diez ciudades con mayor cantidad de emisiones GEI y zonas urbanas del país con altas emisiones de GEI y de contaminantes criterio habrán incorporado vehículos eléctricos en sus sistemas de transporte público.

A 2040:

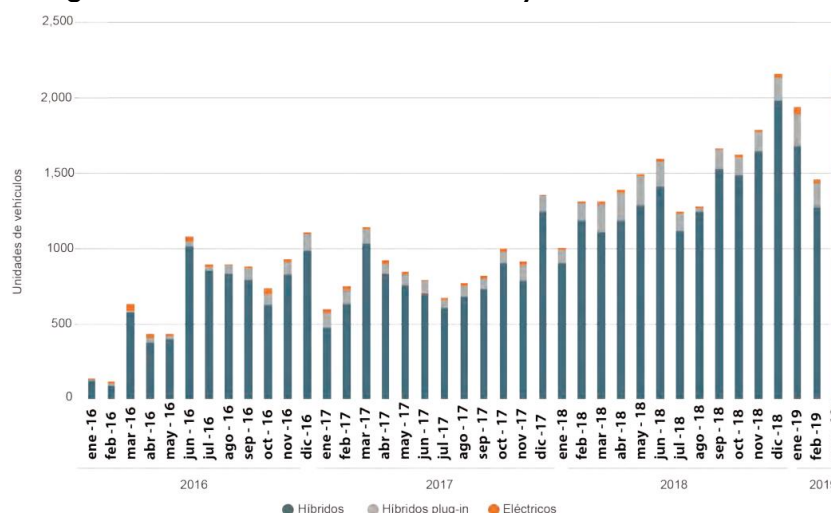
- La mitad de las ventas de vehículos ligeros y pesados de pasajeros en el país será de vehículos híbridos y eléctricos.

A 2050:

- El 100% de las ventas de vehículos ligeros y pesados serán eléctricos.

Sin embargo, es importante hacer notar que México no parte esta Estrategia de cero, el País tiene una larga data de introducción natural de vehículos eléctricos. De acuerdo con el registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros por parte de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) e INEGI, de 2016 a marzo de 2019 se registraron en México 782 vehículos 100% eléctricos, 3,601 híbridos enchufables y 37,786 híbridos convencionales. Esto representa 42,169 vehículos ligeros vendidos, equivalente al 0.28% de la flota vehicular.

**Figura 9 Venta de vehículos híbridos y eléctricos en México**

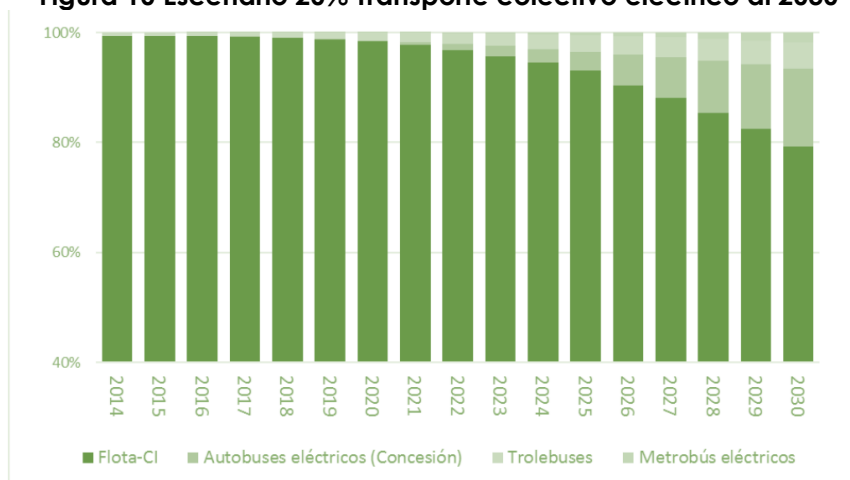


Fuente: INEGI (Mar 2019). Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros

El equipo consultor no pudo tener acceso a reportes técnicos de los buses eléctricos que funcionan en el sistema, de manera que no es posible realizar una aproximación como en el caso de Chile. Tampoco se cuenta con un esquema financiero que permita el desarrollo.

Dentro de la Estrategia de la CDMX se tiene la siguiente proyección de introducción de buses eléctricos. Si embargo el gráfico denota que existe una apuesta clara por la introducción de buses 100% eléctricos en el sistema concesionado, menos trolebuses y muy pocos incorporados en la flota de Metrobus operada por la misma ciudad.

**Figura 10 Escenario 20% Transporte colectivo eléctrico al 2030**



Fuente: Estrategia de electromovilidad de la Ciudad de México 2018 – 2030.

### 2.3.3 Colombia

Al igual que Chile, Colombia aprobó el Acuerdo de París, mediante la Ley 1844 de 2017 en la cual se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 %, respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030. Sumado a lo anterior, para el cumplimiento de la Agenda 2030, los ODS y la declaración de crecimiento verde de la OCDE, Colombia definió unas metas y estrategias, así como una hoja de ruta mediante la expedición del documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES 3918<sup>14</sup>.

Con el fin de generar acciones enfocadas al mejoramiento de la calidad del aire, así como de mitigación y adaptación al cambio climático, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) expidió las Políticas de Prevención y Control de la Contaminación del Aire (PPCCA) 2010 y la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) 2017. Ambas políticas guardan sinergias con la necesidad de generar incentivos y medidas de promoción para los vehículos de cero y bajas emisiones, con el fin de mitigar el cambio climático y reducir las emisiones contaminantes y ruido a la atmósfera, así como promover el uso de combustibles menos contaminantes.

A nivel nacional, desde la perspectiva de cambio climático, se ha venido trabajando en iniciativas para promover la transición hacia tecnologías de cero

<sup>14</sup> Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia.

y bajas emisiones, tales como la Ley 1964 de 2019 por medio de la cual «se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones». Esta ley establece beneficios como la reducción en el impuesto vehicular, descuentos en la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes, incentivos respecto a la restricción en circulación vehicular, parqueaderos preferenciales, así como la incorporación de vehículos eléctricos en la flota de sistemas de transporte masivo y oficiales y la ampliación de la infraestructura de carga, entre otros.

La introducción de la movilidad eléctrica a Colombia también se dio de una manera comercialmente natural. (Business As Usual - BAU). Hasta finales de 2019<sup>15</sup>, las cifras de introducción se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 1 Introducción de vehículos eléctricos en Colombia 2019**

Tipo	Cantidad (corte dic 2019)
Automóviles, camionetas y campers (vagonetas)	746 vehículos eléctricos y 659 híbridos
motos y ciclomotos	2105

Fuente: Elaboración propia en base a Estrategia ODS Colombia 2019

En términos de transporte eléctrico masivo, la Alcaldía Mayor de Bogotá, a través del sistema TransMilenio, incluyó a mediados de 2014, 200 buses híbridos no enchufables de 12 metros. En 2015 se realizó un estudio de eficiencia comparativa de los buses junto a dos ciudades de China (Shenzen y Zhengzhou)<sup>16</sup>.

En la siguiente tabla se presentan los resultados más relevantes del estudio de los buses de híbridos Bogotá:

**Tabla 2 Estudio buses híbridos Colombia**

	Bus EURO V Diesel	Bus Híbrido	Comentarios
Eficiencia de uso de combustible del Bus	39-44 l/100km	30-33 l/100km	Ahorro de 25%
Emisiones de GEI gCO <sub>2</sub> /km <sup>(1)</sup>	TTW 1060 - 1200 WTT 1290 - 1460	TTW 800 – 890 WTT 970 - 1090	Reducción de 25%
Costo de Inversión inicial USD	155000	290000	El bus tiene un costo de 250.000 y la batería se financió bajo sistema de Leasing a un costo de 0.15 USD /km.

<sup>(1)</sup> Sobre una base de recorrido anual de 65.000 km/año en el sistema TransMilenio

Fuente: Elaboración propia en base a datos estudio Grutter Consulting.

En junio de 2017 Transmilenio incorporó un bus 100% eléctrico de baterías<sup>17</sup>. No se encontraron valores de estudios de eficiencia que se pudiesen haber realizado al bus.

Posteriormente, en el proceso licitatorio de renovación de los buses de la primera y segunda generación de Transmilenio se dieron puntos extras para promover la incorporación de buses eléctricos, sin embargo, solamente

<sup>15</sup> Runt - Registro Único Nacional de Tránsito

<sup>16</sup> Grutter Consulting 2015

<sup>17</sup> Alcaldía Mayor de Bogotá, «Primer articulado 100 % eléctrico ya rueda por el sistema TransMilenio» 06 05 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.bogota.gov.co/temas-de-ciudad/ambiente/primer-bus-electrico-de-transmilenio-en-bogota>.

ingresaron buses a GNV y Diesel EURO V+DPF. Posteriormente se licitaron los corredores complementarios u en noviembre de 2019 se anunció la incorporación de 379 buses eléctricos pasando a los 200 buses de Santiago y convirtiéndose temporalmente en la flota más grande de América Latina.

Por otra parte, en la ciudad de Medellín opera un sistema integrado de transporte compuesto por metro, metrocable y tranvía. Así mismo, desde inicios del 2018, opera en esa ciudad un bus eléctrico articulado y poco después del anuncio de Bogotá, se presentó la incorporación de una flota de 64 buses eléctricos para el sistema Metroplús.

Entre tanto, Cali incorporó 26 buses eléctricos en septiembre de 2019 y tenía previsto sumar 110 más en 2020.

En agosto de 2013, se lanzó un proyecto piloto en la ciudad de Bogotá para el funcionamiento de cincuenta taxis eléctricos; el proyecto fue respaldado por la Alcaldía Mayor de Bogotá y la empresa Enel Codensa. El proyecto piloto proporcionó una licencia de taxis de diez años a los conductores, un estipendio mensual durante el primer año, así como exención del pico y placa.

La empresa Enel Codensa también cuenta con una red pública de cargadores de vehículos eléctricos para sus clientes, uno de ellos es de carga rápida. La empresa eléctrica firmó un acuerdo con la empresa de distribución de combustibles Terpel, para un despliegue exclusivo de cargadores públicos para vehículos eléctricos. Enel Codensa también lanzó un proyecto piloto, junto con un emprendimiento local, Car-B y el Grupo Éxito (cadena de supermercados colombiana), para proporcionar un servicio de intercambio de vehículos eléctricos a través de una aplicación en línea y para teléfonos celulares.

En Medellín, Empresas Públicas de Medellín (EPM) y la Alcaldía de Medellín, planean desplegar mil quinientos taxis eléctricos en 3 años. Los primeros 4 empezaron circular en septiembre de 2019. EPM ha realizado otras inversiones en movilidad eléctrica, incluido un bus eléctrico de ocho metros, una flota de diez vehículos y doce bicicletas eléctricas, así como una red de treinta cargadores públicos, más cinco cargadores rápidos<sup>18</sup>.

### **2.3.3.1 Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica Colombia - ENME 2019**

Bajo este contexto, Colombia decide elaborar una Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica ENME 2019 con el objetivo definir las acciones que permitan acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica, teniendo como meta la incorporación de seiscientos mil vehículos eléctricos a 2030.

Los objetivos específicos de la estrategia son:

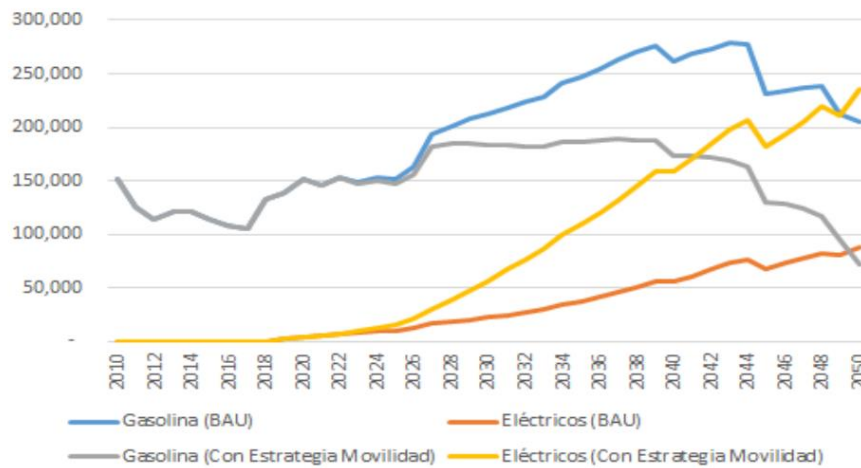
- a) Establecer el marco regulatorio y de política que asegure la promoción de la movilidad eléctrica en el país.
- b) Revisar y generar mecanismos económicos y de mercado necesarios para la promoción de la movilidad eléctrica en el país.

---

<sup>18</sup> ENME Colombia 2019

- c) Establecer los lineamientos técnicos a desarrollar para la promoción de tecnologías eléctricas en los diferentes segmentos carreteros.
- d) Definir las acciones que permitan el desarrollo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el país.
- e) Con la Estrategia se plantea subir la venta de vehículos eléctricos y reducir la introducción de vehículos de combustión interna.

**Figura 11 Proyección de venta de automóviles en Colombia**



Fuente: ENME 2019

### 2.3.3.2 Metas de la estrategia de Colombia

Colombia tiene una de las metas más ambiciosas del mundo en cuestión de implantación de la movilidad eléctrica. El Gobierno actual se propuso tener cerca de 600.000 vehículos movidos por energía eléctrica en el 2030, además del 100% de los vehículos públicos adquiridos para sistemas de transporte masivo sean eléctricos o con cero emisiones contaminantes para 2035.



### **3 DEFINICIÓN DEL IMPACTO MACROECONÓMICO DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN BOLIVIA**

#### **3.1 ANTECEDENTES**

Uno de los elementos fundamentales para el desarrollo económico, tanto en el sector servicios como en el sector productivo además de las actividades propias del sector público es la accesibilidad a la energía. Los diversos sistemas productivos y de servicios no pueden detenerse debido a los altos costos, a los efectos perniciosos en los ciclos de negocio y, sobre todo, a la incertidumbre que pueden generar paradas abruptas en la provisión de energía. En este escenario, es prioritario para las autoridades nacionales, garantizar la denominada “seguridad de suministro” ya sea de energía primaria como de energía secundaria.

La forma en la cual es posible garantizar el suministro de energía, depende de la estructura vigente en el sector energético principalmente pero el contexto político y social puede condicionar sustancialmente las decisiones que se definan en esta materia. En términos generales, la estructura del sector energético está definida por existencia de recursos hidrocarbúricos además de las características de los mismos; el grado de apertura de la economía y el consecuente acceso a los mercados internacionales de energía; y las acciones de política pública definidas por las autoridades nacionales y sectoriales.

En materia de hidrocarburos, Bolivia se caracteriza por contar con mayores reservas de gas natural en comparación con las reservas de petróleo crudo, consecuentemente, la relevancia de la producción de gas natural es mayor a la producción de petróleo. Asimismo, el sector energético en Bolivia, en este siglo, presenta una fuerte dependencia del gas natural debido a la incidencia de los mercados de los mercados de exportación, como se verá más adelante, y al uso de este producto como energía primaria en el sector eléctrico puesto que el 64% de la oferta de generación total en 2018 es de origen térmico (1.433,35 MW fueron producidos por centrales termoeléctricas de los 2.236,89 MW de la producción total).

A lo largo de los años, la sociedad boliviana ha desarrollado una fuerte convicción de ser propietaria de los recursos hidrocarbúricos y que el desarrollo económico del país está vinculado a la propiedad pública y explotación de estos recursos. Además, respecto del impacto económico de los precios de la gasolina en la vida cotidiana, existe una fuerte resistencia a incrementos en los precios unitarios de los combustibles líquidos por los efectos en cadena que se generarían en el transporte (tanto de pasajeros como de productos), la especulación y, en definitiva, por el temor de altas tasas inflacionarias. Por estas razones, el solo anunciar la posibilidad de ajustes en los precios, genera escenarios sociales altamente conflictivos y de desestabilización política y económica en el país como el ocurrido en el año 2010 por la aprobación del Decreto Supremo N° 748, por el cual se incrementan los precios de los combustibles líquidos en el mercado interno.

### **3.2 MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL DEL SECTOR HIDROCARBUROS**

El desarrollo del marco normativo del sector hidrocarburos, está muy relacionado con el contexto político, social y económico vigente en el país en los diferentes periodos históricos. Una revisión detallada que permita comprender los cambios en la industria y la realidad actual en lo referente al subsidio a los combustibles líquidos requiere suscribirse a la década de los años 90 del siglo pasado. A continuación, se describe el desarrollo normativo del sector y las implicaciones en la industria de hidrocarburos en el periodo 1990 – 2004 y posteriormente el periodo 2005 - 2020.

### **3.3 PERIODO I: LIBERACIÓN DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS 1990 – 2004**

#### **Privatización, Capitalización y Regulación**

Ley de Privatización 1330, del 24 de abril de 1992 marcó el hito inicial en la liberalización del sector de hidrocarburos puesto que autorizó a las entidades y empresas públicas, vinculadas al sector a enajenar y transferir o aportar los diversos activos y derechos de su propiedad a entidades privadas o a la constitución de nuevas sociedades anónimas mixtas en calidad de aporte. Así, las unidades de negocio vinculadas a la comercialización de hidrocarburos en el mercado interno como plantas de refinación y poliductos, plantas de almacenamiento, estaciones de servicios de aeropuertos, y de carburantes, redes de gas natural, engarrafadoras de gas licuado de petróleo entre otros pasaron gradualmente al sector privado.

Asimismo, de acuerdo a las notas de los Estados Financieros, al 31 de diciembre de 2016: “el 14 de noviembre de 1996, en el marco de la Ley N° 1544 de Capitalización de fecha 21 de junio de 1994, el Poder Ejecutivo autorizó la formación de tres sociedades de economía mixta (empresas de exploración y producción); Empresa Petrolera Andina SAM, Empresa Petrolera Chaco SAM y Transportadora Boliviana SAM, que posteriormente se convirtieron en Sociedades Anónimas, con parte de los activos y derechos de YPFB y aportes de sus trabajadores”. Completando así la transferencia de los activos estatales del sector hidrocarburos a entidades privadas en toda la cadena del sector.

El cuanto a la regulación y fiscalización del sector, el 28 de octubre de 1994, se aprobó la Ley 1600 que autoriza la creación del Sistema de Regulación Sectorial (SIRESE) cuyo objetivo consistió en: “regular, controlar y supervisar aquellas actividades de los sectores de telecomunicaciones, electricidad, hidrocarburos, transportes, aguas y las de otros sectores que mediante ley sean incorporados al Sistema y que se encuentren sometidas a regulación conforme a las respectivas normas legales sectoriales...” según el artículo 1 de la mencionada norma. Además, el rol de las superintendencias sectoriales, está definido en el artículo 10, donde destaca la promoción de la competencia evitando prácticas monopólicas y conductas anticompetitivas en los mercados regulados; la otorgación de concesiones, licencias y autorizaciones a los operadores; y la vigilancia de la correcta prestación de los servicios y el cumplimiento de las

obligaciones contractuales por parte de las empresas y entidades bajo su jurisdicción.

La Ley de hidrocarburos, N°1689 del 30 de abril de 1996, en lo referente a la regulación sectorial establece en los artículos 65 y 66, la sujeción de todas las actividades de la industria de hidrocarburos al marco regulatorio establecido en el SIRESE, el cual tuvo un rol de primer orden en el modelo de desarrollo planteado en los 90, juntamente con la reforma de pensiones y la capitalización de las empresas públicas.

### **3.3.1 Esquema Institucional vigente en el periodo de liberalización**

El funcionamiento del sector hidrocarburos en el periodo de liberalización, está marcado de manera sustancial por dos hechos fundamentales: la realidad del mercado en Bolivia en el periodo 1995 – 2005, y las reformas estructurales de ese tiempo.

En la industria de hidrocarburos participaban diversas empresas privadas en toda la cadena hidrocarburífera, tanto en Upstream: exploración y producción; como en Downstream: transporte, almacenamiento, refinación, comercialización y distribución; y Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos YPFB con el limitado rol de administrar contratos y agregador de la producción exportable. Además, las reformas estructurales del periodo, establecieron un marco institucional con énfasis en la regulación sectorial y la apertura de la economía nacional a la inversión privada, escenario en el cual el Ministerio de Hidrocarburos y Energía, de aquel entonces, estaba a cargo de dirigir las políticas sectoriales bajo los lineamientos ya citados.

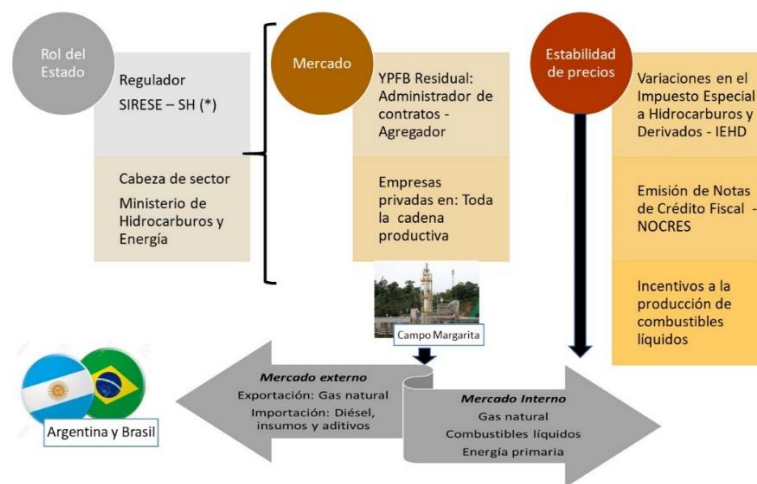
Un aspecto muy importante en cuanto a las características de los hidrocarburos del país, consiste en la producción de petróleo liviano, el cual presenta un bajo rendimiento tanto en gasolina natural como en diésel. La gasolina producida en las refinerías bolivianas es de bajo octanaje (gasolina blanca) por lo cual requiere de gasolina importada para su consumo final (en la normativa boliviana y en los documentos oficiales, se hace referencia a "aditivos e insumos" en lugar de gasolina de alto octanaje); en el caso del diésel, por cada barril de petróleo, sólo se extrae el 20% de este combustible. Asimismo, la producción de hidrocarburos líquidos (gasolina y diésel) está asociada a la producción de gas natural puesto que las plantas separadoras recientemente implantadas, recuperan gasolina estabilizada, gasolina rica en isopentano y gasolina rica en etano, productos que son utilizados para el enriquecimiento de la gasolina comercializada en el mercado interno.

En cuanto a la evolución de la regulación de los precios de combustibles líquidos en el periodo 1990 – 2005 , destacan tres mecanismos usados en el periodo para amortiguar los efectos de la subida de los precios internacionales: variaciones en la tasa del Impuesto Especial a los Hidrocarburos y sus Derivados (IEHD); incentivos a la producción de combustibles líquidos con pago de primas por volumen producido; y la emisión de Notas de Crédito Fiscal (NOCRES) dirigidas a las empresas importadoras. En este periodo, en base a los instrumentos

citados, se logró la estabilización de los precios como se analizará en detalle en los apartados siguientes.

El siguiente esquema, sintetiza el funcionamiento del sector hidrocarburos en lo referente a la estabilización de precios.

**Figura 12: Institucionalidad vigente 1990 - 2004**



(\*) SIRESE: Sistema de Regulación Sectorial

SH: Superintendencia de Hidrocarburos

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2 Mecanismos de indexación de precios para el mercado interno

#### 3.3.2.1 D.S. N° 24914 de 5 de diciembre de 1997 y sus modificaciones

Ley N°1689, además de establecer todos los aspectos inherentes a la industria definió la libre importación y comercialización interna de los hidrocarburos y sus productos derivados (artículo 5), por lo que estas actividades fueron plenamente asumidas por las empresas privadas y por la estatal petrolera Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. En materia de precios, dicha Ley a través de su artículo 81, estableció que el Estado mediante el Sistema de Regulación Sectorial (SIRESE), fijaría precios máximos de los combustibles líquidos para su comercialización en el mercado interno por un plazo inicial de cinco años, de acuerdo con la reglamentación vigente en esa época.

Derivado del artículo 81 de la Ley N° 1689, se aprobó el Reglamento de Régimen de Precios de productos de Petróleo, a través del Decreto Supremo N° 24914 de 5 de diciembre de 1997, el cual estableció la forma de cálculo de los precios finales de los productos regulados (entre ellos diésel y gasolina). Asimismo, estableció que la Superintendencia de Hidrocarburos, calcularía y fijaría los mencionados precios en un periodo de cinco (5) años desde la fecha de entrada en vigencia de la Ley N° 1689, para su posterior evaluación.

Uno de los aspectos más relevantes fue la indexación de los precios vigentes en el mercado nacional a un precio de referencia internacional. El artículo 20, del Reglamento de Precios, estableció que: “el precio final de los productos regulados (gasolina y diésel) se modificaría cada vez que se produzcan cambios en el valor de los componentes de la cadena de precios, y entraría en vigencia

a partir de las cero horas del día siguiente a aquel que se detecte la variación". En ese sentido, siendo el precio de referencia un componente del precio final, el precio de los combustibles líquidos fluctuaría cada vez que varíen los precios internacionales de los productos de referencia (gasolina/diésel).

No obstante, la Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas UDAPE en su documento "Evaluación de la Economía de 1999", advirtió sobre la tendencia creciente de los precios internacionales del petróleo y el efecto en los precios internos de sus principales derivados, observando un crecimiento en el precio promedio de 1999 respecto 1998 en la gasolina de 8.09% y el diésel de 13.48%. Así, esta repartición del Estado, implícitamente en ese documento recomienda un control a los precios de los combustibles.

### **3.3.2.2 Declaratoria de Servicio Público.**

En concordancia con la Constitución Política del Estado y las Leyes vigentes en el año 1999, a través del Decreto Supremo N° 25616 de 17 de diciembre de 1999, se declaró a la comercialización de los hidrocarburos como Servicio Público. Esta declaratoria es de suma importancia puesto que las actividades bajo este marco, cuentan con la protección efectiva del Estado para garantizar la seguridad de suministro, definida como la no interrupción de los servicios de comercialización y su continuidad por parte de los operadores bajo un estricto régimen sancionatorio a los infractores, que prevé multas y revocatoria de licencia a los operadores en caso de infracción por parte de la Superintendencia de Hidrocarburos.

### **3.3.3 La estabilización de los precios de los combustibles líquidos**

Según el Informe de UDAPE "Evaluación de la Economía 2000", durante el año 2000 los precios internacionales se incrementaron con relación a 1999 en aproximadamente 52.0%. En ese contexto, se emitió el Decreto Supremo N° 25836 de 7 de julio de 2000, por el cual se autorizó a YPFB a suscribir con los productores de petróleo, un contrato de vigencia limitada destinado a estabilizar temporalmente los precios al consumidor final de gasolina y diésel. Al respecto, el decreto citado en su parte introductoria, indica que: "el precio de petróleo crudo y de los productos de referencia en el mercado internacional registraron un acelerado y continuo incremento alcanzando niveles elevados cuyo impacto se ha traducido en el aumento de los precios de los combustibles regulados en el mercado interno". Además, "Que, velando por el bienestar de la población, el Gobierno está buscando continuamente mecanismos para mitigar el impacto de las subidas de los precios internacionales en el mercado interno".

El 5 de agosto de 2001, se consolidó esta política de estabilización de precios a través de la aprobación del Decreto Supremo N° 26270, mediante el cual se definió que el precio de la gasolina alcance a 3.31 Bs/l y del diésel 3.12 Bs/l. Esta política de congelamiento de precios, se mantuvo hasta 2003 aun cuando la subida en los precios internacionales fue sostenida, lo cual afectó la recaudación impositiva y las ganancias de las empresas privadas dedicadas a

la refinación generando fuertes desincentivos para la producción nacional de diésel, lo cual se tradujo en el desabastecimiento del mercado interno.

### **3.3.4 El rol del Impuesto Especial a los Hidrocarburos y sus Derivados IEHD**

A partir del año 2000, el Impuesto Especial a los Hidrocarburos y Derivados (IEHD), que se aplicaba a personas naturales o jurídicas que importen o comercializaban gasolina y diésel, se utilizó como un mecanismo de estabilización de precios, así, si el precio de referencia internacional de los combustibles subía, el IEHD podía ser ajustado (reducido) para mantener estable el precio final del combustible, aunque se producía una disminución de los ingresos del Estado por este concepto.

En ese marco entre el año 2000 y el 2004 se emiten una serie de normas modificatorias a la Ley N° 843 y sus reglamentos actualizando mecanismos automáticos de ajuste para las tasas del impuesto citado.

### **3.3.5 Otra vuelta de tuerca: de la indexación a la estabilización**

A pesar de las evidentes señales de la tendencia alcista permanente en el mercado internacional de petróleo, el gobierno boliviano emitió el 31 de enero de 2004 el Decreto Supremo N° 27344 que restablece la metodología de cálculo con base en los precios internacionales para la gasolina y el diésel. Esta forma de definición de los precios, estuvo vigente por aproximadamente 6 meses puesto que las presiones de los precios internacionales fueron insostenibles. Un año después, el decreto de referencia, fue abrogado por el Decreto 27992, del 28 de enero de 2005, que en su artículo único establece que: "...tiene por objeto estabilizar los principales productos del petróleo y, abrogar las normas que ajustan los precios de los mismos por precios internacionales y por tipo de cambio".

La ruptura definitiva del vínculo entre los precios vigentes en el mercado interno y los precios internacionales se realiza a través del Decreto Supremo N° 27691, del 19 de agosto del 2004, del mismo año que fija una banda de precios para el barril de petróleo e impone un solo margen de refinación para todos los hidrocarburos líquidos el cual fue calculado por la Superintendencia de Hidrocarburos. De esta forma, los precios finales de los combustibles líquidos para el mercado interno dejaron de indexarse a los precios internacionales, con la fijación de un tope para el precio de referencia cuando en la práctica el precio internacional del barril de petróleo continuo su tendencia al alza hasta alcanzar el máximo histórico de 69,91 USD/Bbl en agosto de 2005.

### **3.3.6 El Referéndum sobre los Hidrocarburos de 2004**

El 18 de julio de 2004, se convocó a un referéndum vinculante sobre los hidrocarburos, a través de la Ley del Referéndum de 6 de julio de ese año. Las preguntas que se hicieron, fueron diseñadas para aplacar las movilizaciones de octubre de 2003 y responder al sentimiento nacional sobre la propiedad de los recursos hidrocarburíferos.

Las dos primeras preguntas fueron: “¿Está usted de acuerdo con la abrogación de la Ley de Hidrocarburos 1689 promulgada por Gonzalo Sánchez de Lozada?” a la cual los bolivianos respondieron afirmativamente en un 87%. La segunda pregunta fue: “¿Está usted de acuerdo con la recuperación de la propiedad de todos los hidrocarburos en boca de pozo para el Estado boliviano?” que fue respondida con un sí, en un 95%. De esta manera, el pueblo boliviano manifestó su rechazo al régimen jurídico establecido por la Ley de Hidrocarburos 1689 y su voluntad de recuperar la propiedad de todos los hidrocarburos en boca de pozo.

### **3.4 PERIODO II: LA ESTATIZACIÓN DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS 2005 – 2020**

#### **3.4.1 Ley de Hidrocarburos de 3058 de 17 de mayo de 2005**

Bajo el mandato del Referéndum de 2004, el 17 de mayo de 2005 se aprobó la nueva Ley de Hidrocarburos N° 3058, que establece la Política Nacional de Hidrocarburos, en base a los siguientes lineamientos:

- Ejercer desde el Estado el control y la dirección efectiva de la actividad hidrocarburífera en resguardo de su soberanía política y económica.
- Fortalecer técnica y económicamente, a Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) como la empresa estatal encargada de ejecutar la Política Nacional de Hidrocarburos para garantizar el aprovechamiento soberano en la industria.
- Garantizar y fomentar el aprovechamiento racional de los hidrocarburos, abasteciendo con prioridad a las necesidades internas del país.

El Artículo 9° de la Ley de Hidrocarburos N° 3058, define que el Estado, a través de sus órganos competentes, en ejercicio y resguardo de su soberanía, establecerá la Política Hidrocarburífera del país en todos sus ámbitos y que el aprovechamiento de los hidrocarburos deberá promover el desarrollo integral, sustentable y equitativo del país. Uno de los aspectos más importantes de la norma consiste en garantizar el abastecimiento de hidrocarburos al mercado interno, e incentivar la expansión del consumo en todos los sectores de la sociedad, a través de la industrialización de la producción en el territorio nacional. Asimismo, la mencionada Ley, busca promover la exportación de excedentes de producción después de satisfacer el mercado interno, en condiciones que favorezcan los intereses del Estado.

El Artículo 10, establece el Principio de Continuidad, que obliga a las empresas de sector a otorgar la seguridad de suministro para el consumo interno y para la exportación, literalmente, la norma indica: “d) Continuidad: que obliga a que el abastecimiento de los hidrocarburos y los servicios de transporte y distribución, aseguren satisfacer la demanda del mercado interno de manera permanente e ininterrumpida, así como el cumplimiento de los contratos de exportación”.

A su vez, el artículo 14, declara como servicios públicos, las actividades de transporte, refinación, almacenaje, comercialización, la distribución de gas natural por redes, el suministro y distribución de los productos refinados de petróleo y de plantas de proceso en el mercado interno, por lo que estos servicios deben ser prestados de manera regular y continua para satisfacer las necesidades energéticas de la población y de la industria orientada al desarrollo del país.

En materia de precios de los hidrocarburos para el mercado interno, la Ley de Hidrocarburos N° 3058, establece que el ente regulador (la Superintendencia de Hidrocarburos) fijará para el mercado interno, los precios máximos, en moneda nacional, y los respectivos parámetros de actualización, tomando como referencia los precios del petróleo crudo. Finalmente, la Ley elimina la Cadena de Distribución de Hidrocarburos a los distribuidores mayoristas, y Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) se convierte en el único importador y distribuidor mayorista en el país.

A través de los lineamientos descritos, la Ley de Hidrocarburos N° 3058 cambia las condiciones vigentes hasta 2004 en el sector de hidrocarburos contemplando condiciones económicas favorables para el Estado mediante el potenciamiento de YPFB para que esta empresa, asuma todas las actividades de la cadena de hidrocarburos (upstream y Downstream).

#### **3.4.2 D.S. N° 28701: La Nacionalización de los Hidrocarburos**

El 1 de mayo de 2006, se aprobó el D.S. 28701 que nacionaliza al sector hidrocarburos, hecho mediante el cual la organización de la industria da un giro de 180°. Al respecto el artículo 1 de la mencionada norma indica: "En ejercicio de la soberanía nacional, obedeciendo el mandato del pueblo boliviano expresado en el Referéndum vinculante del 18 de julio del 2004 y en aplicación estricta de los preceptos constitucionales, se nacionalizan los recursos naturales hidrocarburíferos del país. El Estado recupera la propiedad, la posesión y el control total y absoluto de estos recursos".

Asimismo, en su Artículo 2 establece que, las empresas petroleras que, a esa fecha, realizaban actividades de producción de gas y petróleo en el territorio nacional, se encuentran obligadas a entregar toda la producción de hidrocarburos en propiedad a YPFB, que, a partir de esa fecha, asumió la comercialización, definiendo los volúmenes y precios, entre otras condiciones, tanto para el mercado interno, como para la exportación y la industrialización.

De igual forma el Decreto N° 28701 en su Artículo 5, dispone que: "El Estado toma el control y la dirección de la producción, transporte, refinación, almacenaje, distribución, comercialización e industrialización de hidrocarburos en el país...". Por lo que, entre 2006 y 2008, YPFB inició negociaciones con la empresa Petrobras Refinación S.A.; la Compañía Logística de Hidrocarburos de Bolivia; y la empresa Transredes S.A. adquiriendo el 100% de las acciones de las refinerías Guillermo Elder Bell y Gualberto Villarroel, así como todos los activos de la empresa logística y de la empresa de transporte por ductos.



### **3.4.3 La Constitución Política del Estado.**

En fecha 07 de febrero de 2009, se promulga la Nueva Constitución Política del Estado, que en su artículo 306 Parágrafo I señala que el modelo económico boliviano es plural y está orientado a mejorar la calidad de vida y el vivir bien de todas las bolivianas y los bolivianos.

Asimismo, le otorga el mandato a YPFB para que, como brazo operativo del Estado, sea la única facultada para realizar la comercialización de los hidrocarburos. Finalmente, establece que el consumo y comercialización de los hidrocarburos y sus derivados deberán sujetarse a una política de desarrollo que garantice el consumo interno y que la exportación de la producción excedente incorporará la mayor cantidad de valor agregado.

### **3.4.4 Esquema Institucional vigente en el periodo de estatización**

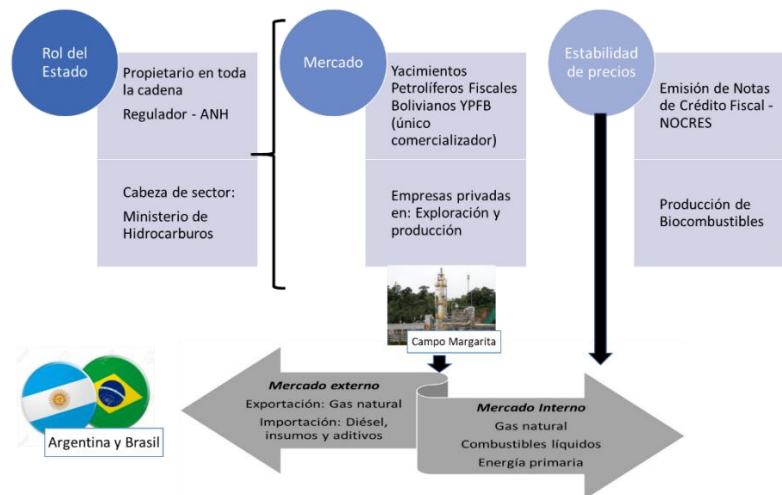
Las normas descritas en los párrafos precedentes, cambiaron el funcionamiento del sector hidrocarburos de manera sustancial. Primero, otorgando la propiedad de los recursos al Estado Boliviano y; en segundo lugar, conformando una empresa integrada verticalmente en toda la cadena de producción, distribución y comercialización a cargo de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos – YPFB, aun cuando todavía existen empresas privadas dedicadas a la exploración y producción de derivados de petróleo y gas natural.

Además, el decreto de nacionalización realiza un cambio esencial en el régimen fiscal, hecho claramente dirigido a las empresas productoras de gas natural. Al respecto, el artículo 4, de la mencionada norma en el parágrafo uno indica “Durante el período de transición, para los campos cuya producción certificada promedio de gas natural del año 2005 haya sido superior a los 100 millones de metros cúbicos diarios, el valor de la producción se distribuirá de la siguiente forma: 82% para el Estado (18% de regalías y participaciones, 32% de Impuesto Directo a los Hidrocarburos - IDH y 32% a través de una participación adicional para YPFB), y 18% para las compañías...”

Cabe destacar, que la regulación sectorial fue mantenida a través de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH); y que el actual Ministerio de Hidrocarburos, continua a cargo de dirigir las políticas sectoriales contando como brazo operativo a YPFB. En cuanto a la regulación de los precios de combustibles para el mercado interno, se mantiene la emisión de Notas de Crédito Fiscal NOCRES, dirigida a Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos YPFB, única empresa importadora del rubro, y se establecen mecanismos de incentivos a la producción de biocombustibles. En este periodo, en base a los instrumentos citados, también se logró la estabilización de los precios como se analizará en detalle en los apartados siguientes.

El siguiente esquema, sintetiza los mecanismos de estabilización de precios.

**Figura 13: Institucionalidad vigente 2005 - 2020**



(\*) ANH: Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Fuente: Elaboración propia

### 3.5 IMPLANTACIÓN DEL SUBSIDIO A LOS CARBURANTES: DIÉSEL Y GASOLINA

A lo largo de los dos periodos históricos descritos, el Estado boliviano asumió diferentes medidas para garantizar la estabilidad los precios de los combustibles líquidos para el mercado interno y la seguridad de suministro. En el primer caso, debido a la diferencia de precios entre los precios internacionales de los combustibles importados y los precios vigentes en el mercado interno que se mantuvieron congelados desde la gestión 2004, las autoridades nacionales tomaron la decisión de subvencionar el consumo de combustibles fósiles. En el segundo caso, la seguridad de suministro fue cubierta por los crecientes volúmenes de productos importados de gasolina de alto octanaje y diésel.

#### 3.5.1 Subvención de diésel

La subvención por la importación de diésel, se inicia con el D.S. N° 25885 de 29 de agosto de 2000, mediante el cual se autoriza de manera temporal –esta norma tiene una validez de cuatro meses– al Ministerio de Hacienda a emitir Notas Fiscales de Crédito Negociables (NOCRES), a todas las empresas importadoras de diésel que presenten sus descargos de acuerdo a los lineamientos establecidos en el mencionado decreto.

El 14 de enero de 2003 se emite el Decreto Supremo 26917, que tiene por objeto autorizar la participación de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos en la importación de diésel; e introducir un mecanismo de fijación de la tasa específica del Impuesto Especial a los Hidrocarburos y sus Derivados – IEHD. Este segundo aspecto, es de relevancia puesto que el objetivo de esta medida consiste en estabilizar el precio de este combustible en el mercado interno a través de la variación de la tasa del IEHD, que actuó en ese tiempo como un mecanismo de amortiguación del impacto de la variación de los precios internacionales.

Como la producción de petróleo en el país, está caracterizada por su bajo contenido de azufre y metales pesados –petróleo condensado– desde 2003 la demanda interna fue satisfecha por la importación de diésel la cual cubría el 60% de la demanda existente en ese año. Además, se emitió el D.S. N° 27065 del 6 de junio de 2003, para potenciar la producción de diésel nacional. El “incentivo a la producción de diésel definido en la mencionada norma, consistía en un pago en efectivo a las empresas de refinación de petróleo que oscilaba entre 3,36 USD/Bbl y 4,95 USD/Bbl dependiendo de la capacidad de procesamiento, pagaderos a través de NOCRES.

El mecanismo descrito en el párrafo precedente, generó un limitado impacto en las condiciones iniciales de mercado por lo cual el Decreto Supremo N° 27440, de 7 de abril de 2004, establece modificaciones a la metodología de compensación. Estas modificaciones, hacen referencia a la emisión de NOCRES a todas aquellas empresas importadoras de diésel y a YPFB, cuando la alícuota del Impuesto Especial a los Hidrocarburos y sus Derivados IEHD de diésel importado, se situó por debajo de 0,00 Bs/l. Desde la emisión de esta norma, YPFB acentúa su rol en la importación de este combustible debido a que no se cumplía con el abastecimiento del mercado interno.

Asimismo, el proceso de nacionalización de los hidrocarburos, a través del D.S. N° 28701 definió, entre otros temas de interés, que la empresa estatal YPFB se convierta en la única empresa facultada a realizar la importación de estos combustibles. Este hecho, fue un cambio sustancial en la industria que marcó su desarrollo en los últimos 15 años, al establecer un monopolio en esta actividad. Finalmente, el D.S. N° 176, estableció mecanismos que facilitaron la recuperación de la subvención.

**Tabla 3: Normativa para la subvención al diésel**

<b>N</b>	<b>Norma</b>	<b>Promulgación</b>	<b>Objeto</b>
<b>1</b>	D.S. 176	17/06/2009	Establecer mecanismos que faciliten la recuperación de la subvención por la importación de diésel a través de la emisión de Notas de Crédito Fiscal (NOCRES) negociable en favor de YPFB Refinación S.A. según el artículo 17 de la Ley N° 3058.
<b>2</b>	D.S. 28701	01/05/2006	Decreto de nacionalización de los hidrocarburos y establecimiento de YPFB como única empresa a través de la cual el Estado toma el control y la dirección de toda la cadena de hidrocarburos en el país.
<b>3</b>	D.S. 27440	07/06/2004	Establece modificaciones a la metodología de compensación mediante la emisión de Notas de Crédito Fiscal (NOCRES), en favor de todas aquellas empresas importadoras de diésel incluida YPFB, cuando la alícuota del IEHD del diésel importado este debajo de 0,00 Bs./L:
<b>4</b>	D.S. 27065	06/06/2003	Incentiva la producción de Diésel Nacional
<b>5</b>	D.S. 26917	14/01/2003	Introducir un mecanismo de fijación de la tasa específica del Impuesto Especial a los Hidrocarburos y sus Derivados – IEHD, para el diésel importado y autorizar a YPFB la importación de diésel
<b>6</b>	D.S. 25885	29/08/2000	Autorizar temporalmente al Ministerio de Hacienda a emitir NOCRES, a todas las importadoras de diésel que presenten sus descargos, para el pago del IEHD.

Fuente: Elaboración propia Étnica, en base a información del Ministerio de Hidrocarburos y Energías.

### 3.5.2 Subvención de Insumos y Aditivos para la obtención de Gasolina

El 9 de septiembre de 2009, se autorizó la subvención por la importación de insumos y aditivos para la obtención de gasolina, a través del D.S. N° 286, con el objetivo último de satisfacer la demanda interna. Esta norma, siguiendo el mandato constitucional de otorgar prioridad al abastecimiento de combustibles definida como una actividad de servicio público. Un hecho relevante de la norma, se refiere a que la subvención se la realiza a través de NOCRES, emitidas a favor de YPFB.

En 2019, se emiten tres normas adicionales referidas a los mecanismos de importación de insumos y aditivos. La Resolución Ministerial (RM) 048-17 del 6 de junio, en su parte saliente, establece la estructura de costos para la producción de la gasolina considerando la importación de insumos y aditivos, además de definir el método de cálculo de la subvención dirigida a este producto y los procedimientos para la emisión de NOCRES. El Decreto Supremo 3992 del 24 de julio de 2019, define que la alícuota del IEHD es "cero" para la importación de "insumos y aditivos" otorgando así un tratamiento tributario especial a esta actividad; asimismo, autoriza que la subvención se realizará con NOCRES emitidos a favor de YPFB.

Finalmente, la Resolución Ministerial 07-19 del 17 de agosto de 2019, autoriza el reglamento que define la estructura de costos para la obtención de gasolinas base (reglamento actualizado); y los requisitos para la emisión, por parte de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, de las autorizaciones sobre los volúmenes de importación de "insumos y aditivos" en base a la evolución de la demanda en el mercado interno.

**Tabla 4: Normativa para la subvención a la gasolina**

Nro	Norma	Promulgación	Objeto
1	R.M. 107-19	17/08/2019	Autorizar el reglamento que define la estructura de costos para la obtención de gasolinas base; y los requisitos para la emisión de la ANH de las autorizaciones de importación de "insumos y aditivos"
2	D.S. 3992	24/07/2019	Establecer el tratamiento tributario para la importación de "insumos y aditivos" para YPFB en la producción de gasolinas base, y autorizar la subvención con NOCRES
3	R.M.048-17	06/06/2019	Establecer la estructura de costos de la gasolina, definir el método de cálculo de la subvención y los procedimientos para la emisión de NOCRES.
4	D.S. 286	09/09/2009	Autorizar la subvención por la importación de insumos y aditivos para la obtención de Gasolina y la subvención mediante NOCRES.

Fuente: Elaboración propia, en base a información del Ministerio de Hidrocarburos y Energías.

## 3.6 LA SUBVENCIÓN A LOS COMBUSTIBLES

### 3.6.1 Datos oficiales de la subvención

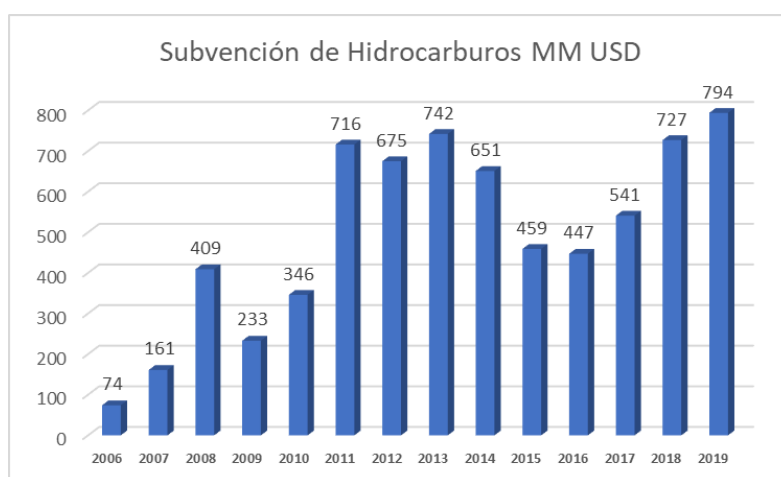
En marzo de este año, la Fundación Jubileo conjuntamente a la Agencia Nacional de Hidrocarburos, organizaron el evento "De la Nacionalización a la

Importación de Hidrocarburos", con el objetivo de analizar las perspectivas del sector y su desarrollo en los últimos años.

En ese evento, se destacó que la subvención a los hidrocarburos en 2019 alcanzó a los 794 MM de USD. Asimismo, en el periodo 2006 – 2019 el crecimiento promedio anual de la subvención fue del 31,4%, pasando de 74 MM de dólares en 2006 a 794 MM de USD en 2019, cifras que muestran una variación en el periodo de 973%. El monto acumulado de los subsidios al diésel y a la gasolina alcanza, en el periodo, a 6.975 MM de USD.

El gráfico siguiente muestra la evolución del subsidio en el periodo citado.

**Figura 14: Subvención 2006 -2019**



Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

Estos datos tienen su origen, por parte de la demanda, en el crecimiento de los sectores demandantes de combustibles líquidos (transporte, agroindustria y generación de energía eléctrica en los sistemas aislados); por otra, la continua subida de los precios internacionales del barril de petróleo; y en los aspectos regulatorios el congelamiento de precios en el mercado interno, y la necesidad de otorgar continuidad a la oferta de combustibles definida en el marco legal –seguridad de suministro. Por esta razón, dadas las condiciones de producción de combustibles líquidos y las características de los yacimientos (crudo liviano), Bolivia ha tenido que recurrir a la importación de diésel, a partir de la segunda mitad de la década de los setenta, y a la importación de insumos y aditivos para la obtención de gasolina a partir del año 2009, para cubrir la demanda en el mercado interno.

### **3.6.2 Efectos perversos de la subvención**

La implantación de los subsidios al diésel y a la gasolina, ha generado a lo largo de los últimos años, actividades ilícitas vinculadas al contrabando de combustibles para el transporte pesado, la generación eléctrica en sistemas aislados y diversos procesos productivos en las zonas fronterizas de los países limítrofes con Bolivia, considerando que los precios de diésel y gasolina en los países vecinos son sustancialmente más bajos que en Bolivia. Este hecho, se hizo especialmente evidente, en las poblaciones establecidas en las fronteras,

donde se inició el contrabando de estos combustibles por terceros que buscaban obtener beneficios ilegítimos a través del transporte, distribución y comercialización de estos productos.

Cabe destacar que desde la gestión 2004 hasta la fecha, los precios de estos combustibles se mantienen fijos en el mercado interno boliviano con precios en dólares de 0,541 USD/l para el diésel y 0,544 USD/l para la gasolina; mientras que, en los mercados de los países vecinos, los precios son variables en función a los precios de referencia internacionales y al tipo de cambio vigente. Así, en un escenario de alza de precios como el ocurrido entre 2010 – 2017, los precios de los combustibles líquidos en los países limítrofes tienden a ser significativamente mayores a los vigentes en Bolivia.

En este contexto, el Estado boliviano, tuvo que tomar medidas para impedir que estos combustibles sean transportados fuera de sus fronteras en perjuicio de la población boliviana. Así se emitió el Decreto Supremo 29753, de 22 de octubre de 2008, el cual define como Área de Riesgo a las poblaciones fronterizas, poblaciones intermedias y vías de acceso a las poblaciones fronterizas aptas para la distribución, transporte y comercialización ilícita de Gas Licuado de Petróleo (GLP) en garrafas, diésel y gasolina; y establece mecanismos de control y sanción al contrabando fuera de las fronteras bolivianas. El Decreto Supremo 29814 del 26 de noviembre de 2008, complementa al anterior, puesto que tiene por objeto establecer el mecanismo para la determinación de los precios de la gasolina y diésel, y definir las condiciones para la comercialización de dichos productos en el territorio nacional a vehículos con placa de circulación extranjera.

Al respecto, en la parte considerativa del mencionado decreto se indica: “Que como resultado de la estabilización de los precios en el mercado interno, los precios del diésel y la gasolina son menores en comparación a los de países vecinos, lo que ha generado actividades irregulares tales como el contrabando, el agio y la especulación, por personas naturales o jurídicas que buscan obtener ingresos ilícitos con el transporte, distribución y comercialización de dichos productos, en desmedro de la economía nacional y poniendo en riesgo la normal provisión o atención del servicio, pudiendo afectar a la continuidad en el abastecimiento interno”.

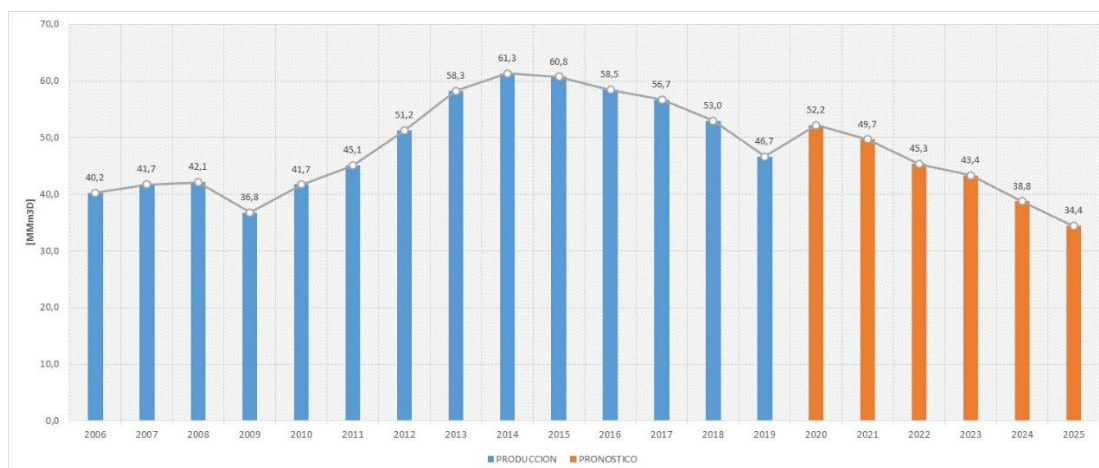
Así, esta norma redujo el contrabando que se realizaba en las poblaciones fronterizas con vehículos con tanques modificados cargando combustible.

### **3.7 PERSPECTIVAS OFICIALES SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA SUBVENCIÓN**

En el evento “De la Nacionalización a la Importación de Hidrocarburos”, se realiza una proyección de los niveles de producción con base a reservas probadas y desarrolladas tanto del gas natural, como de la producción de líquidos. En ambos casos, de acuerdo a las cifras, en base a informes oficiales, se observa una tendencia decreciente de la oferta de hidrocarburos con origen en la producción nacional.

En el caso del gas natural se prevé una caída de 46,7 MMm3d en 2019 a 34,4 MMm3d en 2025, lo cual representa una reducción del 26,3% en el periodo de proyección.

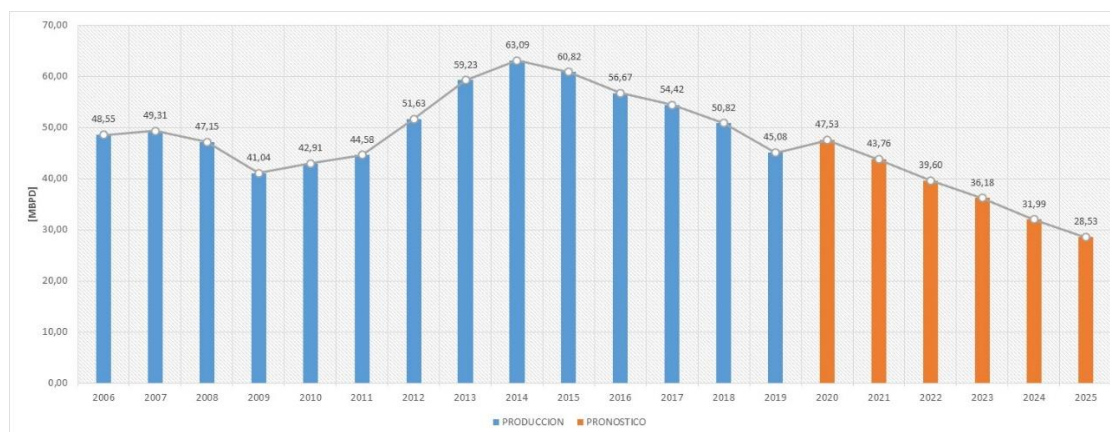
**Figura 15: Producción y pronóstico de gas natural en millones de metros cúbicos de gas natural por día (MMm3d)**



Fuente: Extractado de <https://jubileobolivia.org.bo> en base a datos de la ANH

Los datos sobre la producción de líquidos (diésel y gasolinas) muestran también una caída importante de 45,08 MBPD en 2019 a 28,53 MBPD en 2025, lo cual representa una reducción del 36,7% en el periodo de proyección.

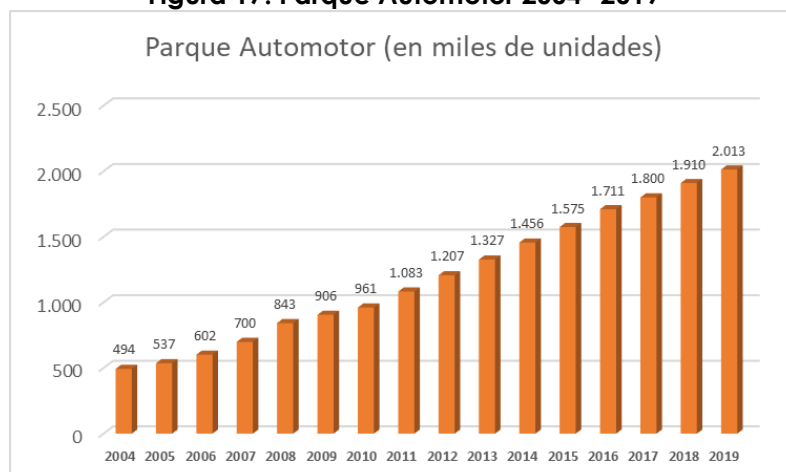
**Figura 16: Producción y pronóstico de líquidos en miles de barriles por día (MBPD)**



Fuente: Extractado de <https://jubileobolivia.org.bo> en base a datos de la ANH

Uno de los sectores más importantes de la demanda de combustibles líquidos, es el sector transporte. De acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística, en el periodo 2004 – 2019, el crecimiento promedio anual fue del 9,9% con una evolución de 494 mil vehículos en 2004 a más de dos millones de vehículos (2.013.400) en 2019. Este crecimiento representó una variación de 234% en el periodo. Asimismo, el equipo consultor prevé que el parque automotor alcance a 3,1 millones de vehículos en 2026.

**Figura 17: Parque Automotor 2004 -2019**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INE

Considerando un escenario de oferta de hidrocarburos líquidos y gas natural con una clara tendencia decreciente, hasta 2025 en base a información certificada sobre las reservas probadas y desarrolladas, además de una tendencia creciente en la demanda debido al simple crecimiento vegetativo de la población y, en su caso, a un crecimiento tendencial del producto nacional supone el incremento de la importación de diésel e insumos y aditivos para la producción de gasolina.

Asimismo, dada la normativa vigente en el sector hidrocarburos y el establecimiento del subsidio en el mercado interno, y la tendencia creciente del parque automotor, la conclusión preliminar hace referencia a un mayor nivel de subsidio en los próximos años.

### **3.8 EL IMPACTO DEL SECTOR TRANSPORTE EN LA EN LA ECONOMÍA**

El Producto Interno Bruto de Bolivia en 2018, alcanzó a 44.799 millones de bolivianos a precios corrientes de acuerdo a la información oficial del Instituto Nacional de Estadística. Los sectores más relevantes de la economía, por su participación relativa, son los sectores tradiciones de agricultura, silvicultura, caza y pesca (11,4%); y el de extracción de minas y canteras con (10,9%); además de las industrias manufactureras (10,3%).

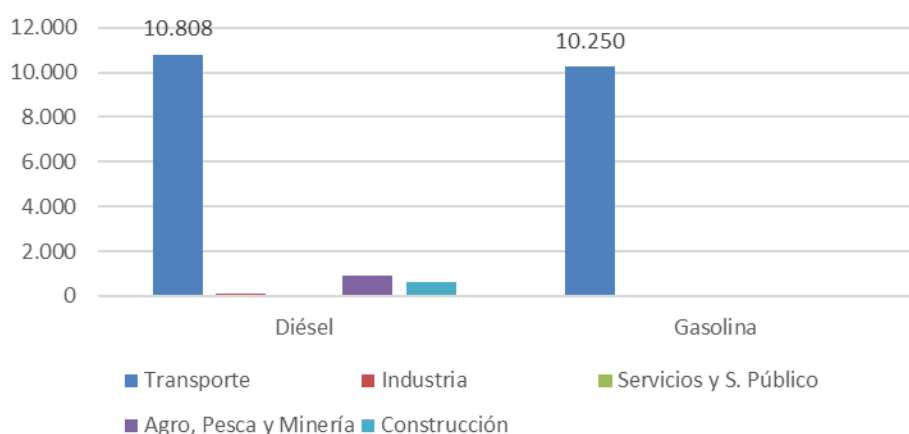
El sector transporte y almacenamiento representó en el mencionado año el 8,3% del producto total de la economía, sin considerar el impacto del sector público, a través de los impuestos, que representa el 17,5% del producto. Sin duda, el sector, tiene enorme relevancia, tanto cuantitativa (puesto que supera el aporte del sector petróleo crudo y gas natural que aportó al PIB con el 3,8%), como cualitativa al vincular, con la prestación de los servicios de movilidad a personas y mercancías, el aparato productivo nacional.



De acuerdo con la información oficial del Balance Energético Nacional de 2018, el consumo de diésel por parte del sector transporte representó el 86,5% del consumo global, mientras que los sectores de la agroindustria, pesca y minería, en conjunto comprendieron el 7,3%; asimismo, el sector de la construcción representó el 4,8% y la industria solo el 1,1%. La relevancia del sector transporte en el caso de la gasolina es absoluta: el sector consume el 100% de la gasolina ofertada en Bolivia.

El gráfico siguiente, muestra el consumo de combustible por sector económico en miles de barriles equivalentes de petróleo KBEP, en 2018.

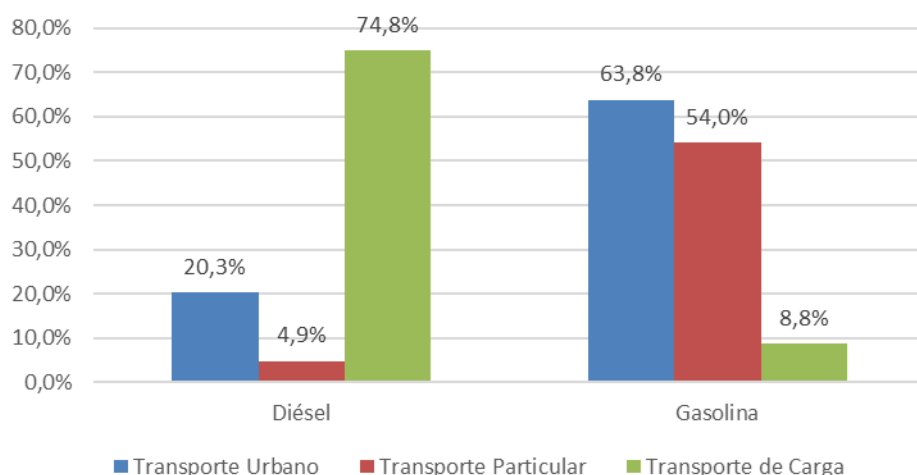
**Figura 18 Consumo de combustible por sector económico  
KBEP - 2018**



Fuente: Balance Energético Nacional - 2018

Por otro lado, el consumo de combustible por tipo de transporte, es decir considerando las modalidades referidas a: transporte público urbano, uso del vehículo privado (transporte particular) y transporte de carga, presenta un comportamiento diferenciado por tipo de combustible. En el caso del diésel, de los 1,721.113 de litros consumidos en 2018, el transporte urbano representó el 20,3%, el vehículo particular 4,9%, mientras que el transporte de carga tuvo una incidencia del 74,8%. La situación de la gasolina es diferente, puesto que de los 1.455.955 de litros consumidos en la gestión citada, el transporte urbano consumió el 63,8%, el vehículo privado el 54% y el transporte de carga solo el 8%.

**Figura 19 Consumo de combustible por tipo de transporte**

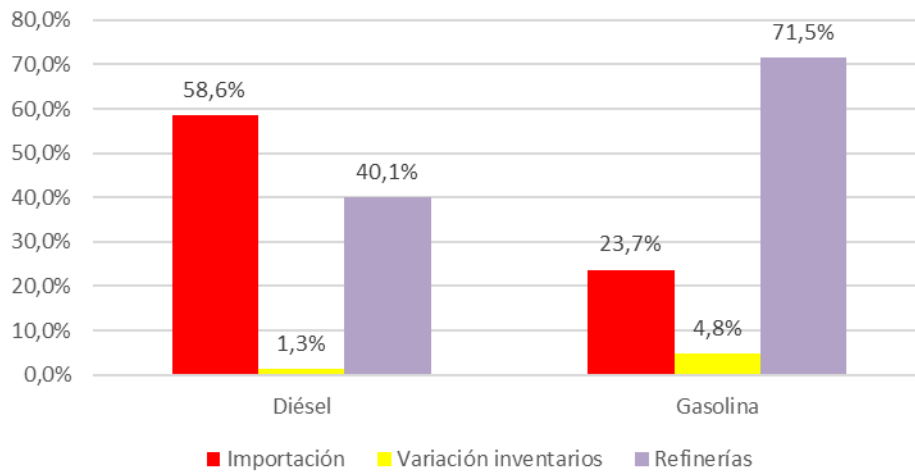


Fuente: Balance Energético Nacional - 2018

Así, el transporte público urbano consumió aproximadamente 20% del diésel ofertado (395,8 miles de l) y el 63,8% de la gasolina (928,8 miles de l) en 2018. En el caso del consumo de diésel, estas cifras pueden considerarse de alta relevancia puesto que solo ciudades como Sucre, Potosí y en menor medida La Paz –con los buses municipales de La Paz y El Alto– y Santa Cruz cuentan con vehículos de capacidad media en los servicios de transporte urbano a diésel; otras ciudades como Tarija y Cochabamba cambiaron su flota de diésel a Gas Natural Vehicular (GNV), en los últimos años debido al programa de reconversión de motores realizado por el gobierno nacional. En cuanto a la gasolina, la elevada proporción de consumo por el transporte de pasajeros, se debe a las características propias de los servicios de transporte urbano en las ciudades bolivianas que cuentan con vehículos de transporte público de baja capacidad (entre 4 y 14 pasajeros principalmente) e incentivos perversos al incremento indiscriminado de flota de servicio que por la capacidad citada es, mayormente, a gasolina.

El análisis de la oferta total de diésel y gasolina, realizado por el equipo consultor, se ha considerado la evolución de la producción efectuada en las refinerías del país y el volumen importado, según los datos oficiales del BEN. Cabe destacar que, en 2018, el volumen importado de diésel fue de (1,2 MM de l) lo cual representó el 58,6% de la oferta total, mientras que, en el caso de la gasolina, el volumen importado fue de (1,4 MM de l) lo cual significó el 23,8% de la oferta total.

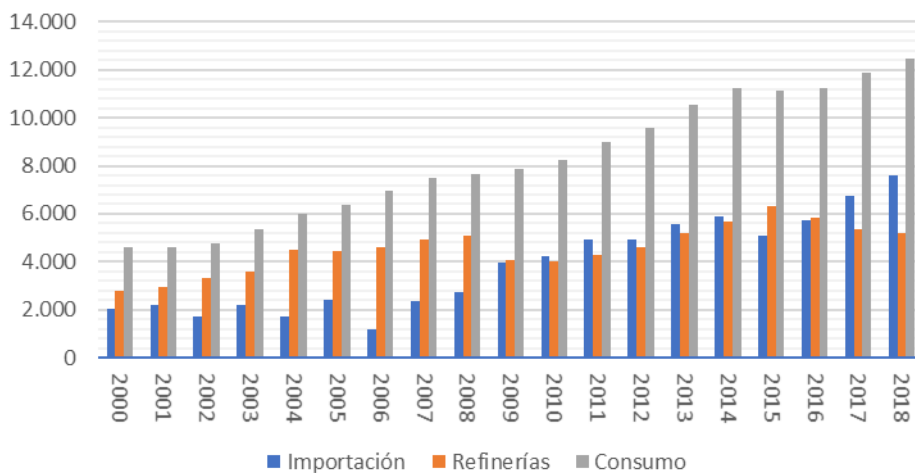
**Figura 20 Oferta de combustible por origen -2018**



Fuente: Balance Energético Nacional - 2018

En el periodo 2010 – 2018, el volumen de importaciones, medida en kbep, presenta una tasa de crecimiento del 7,9%, mientras que el volumen producido por las refinerías nacionales mostró un crecimiento del 3%. No obstante, al analizar la serie histórica completa, se observa un recrudecimiento de la dependencia de importaciones de diésel por lo que es necesario implementar políticas urgentes para promover el cambio de la matriz energética a medio plazo.

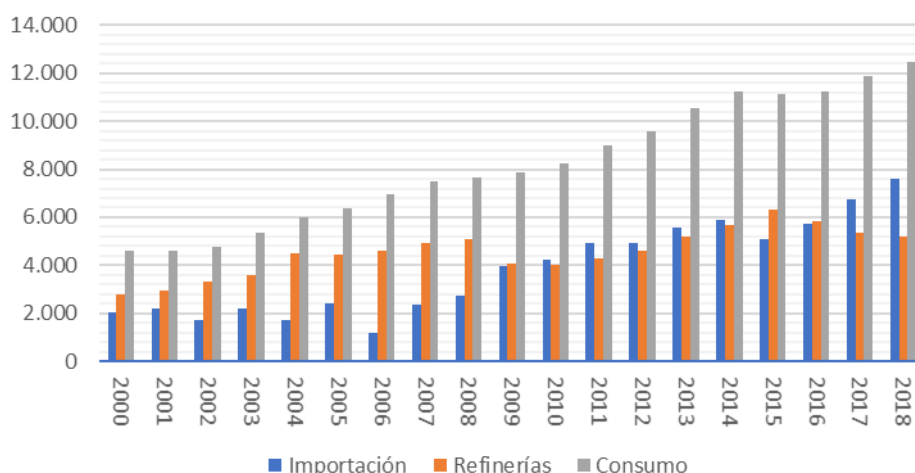
**Figura 21 Evolución de la oferta de Diesel (KEBP)**



Fuente: Balance Energético Nacional – 2000 a 2018

La evolución de las importaciones de gasolina en el periodo 2010 – 2018, es similar a la descrita anteriormente aun cuando las tendencias son más marcadas, presenta una tasa de crecimiento del 34,9%, mientras que el volumen refinado localmente mostró un decrecimiento del 5,2%. Estas cifras muestran que el ritmo de crecimiento de las importaciones es significativamente mayor al registrado en la producción local hecho relevante para la proyección de tendencias a medio plazo como se verá más adelante.

**Figura 22 Evolución de la oferta de Diesel (KBEP)**



Fuente: Balance Energético Nacional – 2000 a 2018

### 3.8.1 Estimaciones y proyección de los subsidios

Este trabajo ha considerado a los Balances Energéticos Nacionales (BEN) como fuente de información básica, entre otras fuentes de información secundaria, que son elaborados por el Ministerio de Hidrocarburos y Energías en coordinación otras entidades del sector de energía para el periodo histórico 2000 – 2018, esta base de información se encuentra en kilos de barriles de petróleo equivalente (KBEP), unidades energéticas que se convirtieron a millones de litros.

Para el cálculo de la subvención a los hidrocarburos, en principio, se cuantificó el volumen importado de líquidos en el periodo histórico de referencia para, posteriormente, proyectar las importaciones de diésel además de insumos y aditivos para la producción de gasolina para el periodo 2019-2030. Es importante aclarar que conceptualmente, el volumen de las importaciones surge como la diferencia entre la refinación y el consumo total puesto que en el BEN la categoría “oferta total” de las matrices energéticas analizadas se omite el volumen producido por la oferta local.

#### 3.8.1.1 Proyección de la oferta local

Para la proyección del volumen de productos líquidos refinados en Bolivia, se consideraron dos elementos importantes: las características de las reservas de petróleo crudo que básicamente se trata de petróleo ligero con bajo contenido de ceras y densidades API mayores a 31,1; y la relevancia de la producción de gas natural de exportación procesado en las plantas separadoras con el consecuente impacto en la producción de líquidos para el mercado interno.

En este sentido, la proyección de la producción de combustibles líquidos se obtuvo a partir de la proyección de la producción de gas natural, puesto que los volúmenes refinados de diésel y gasolina dependen en parte de los volúmenes exportados de gas natural a los mercados de Brasil y Argentina. La estimación realizada para la producción de gas natural en el periodo 2019 –

2025, se realizó en base a la proyección oficial de la Agencia Nacional de Hidrocarburos con información oficial de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos YPFB, mientras que la proyección de esta variable, para el periodo 2026 a 2030, se mantuvo el nivel de producción de gas natural constante desde 2025.

Para la estimación del crecimiento de la oferta de líquidos (diésel y gasolina), se ha utilizado la siguiente relación:

$$[refinación]_t = [refinación]_{t-1} (1 + \Delta\%gas)^e$$

Donde e, es la elasticidad de largo plazo y  $\Delta\%gas$  es la variación anual de la producción de gas natural. Según las estimaciones econométricas realizadas, la elasticidad de largo para la producción de diésel es de 1,14; mientras que para la gasolina alcanza a 0,93. Así el modelo utilizado para el cálculo del crecimiento de la oferta local de líquidos, vincula la producción de gas natural con la refinación como efectivamente ocurre.

### **3.8.1.2 Proyección del consumo**

Para la proyección del consumo de combustibles, se consideró principalmente la tasa de crecimiento del parque automotor definida en 5% anual en función al crecimiento proyectado del PIB en un horizonte temporal de 10 años.

### **3.8.1.3 Proyección de la subvención por litro**

En principio se cuantificó el monto de subvención por litro, calculando el cociente entre el costo de la subvención efectiva en bolivianos dividido por el volumen total importado en litros para el periodo 2001 a 2018, tanto para el diésel como para la gasolina. Así, se obtuvo el costo unitario en bolivianos por litro de importación, en base a la información oficial de la subvención e incentivo a los hidrocarburos por la emisión de notas de crédito fiscal (NOCRES) proveniente del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (MEFP) y los volúmenes de comercialización de diésel y gasolina provenientes de las importaciones de los BEN correspondientes. Cabe destacar que los datos del MEFP, incluyen solamente los montos de dinero efectivamente registrados en NOCRE o en su caso transferidos a YPFB, y no incluyen datos devengados por deudas que pudiesen existir del Estado hacia YPFB. Asimismo, la asignación de notas de crédito fiscal y su registro, se realiza de acuerdo al presupuesto anual de esa entidad, dependiendo de los niveles de liquidez que tenga en cada momento el Tesoro General de la Nación. Este hecho implica que los datos de subvención por litro de este documento estén subvaluados respecto a la subvención real, lo cual genera que las estimaciones sean conservadoras y no invalida las conclusiones de este estudio.

La proyección de la subvención por litro de diésel y gasolina para el periodo 2020 – 2030, se realizó en base a promedios móviles de 5 años para cada caso. Para el diésel la subvención por litro oscila entre 1,8 Bs/l y 2,7 Bs/l pero se

estabiliza, a partir del año 2025, en 1,4 Bs/l hasta 2030; en el caso de la gasolina, la subvención es estable durante todo el periodo de proyección puesto que, en promedio, alcanza a 2,1 Bs/l:

#### **3.8.1.4 Proyección del Costo de la Subvención**

Para realizar la proyección del costo de la subvención, se procedió a la multiplicación del volumen estimado de importación (en litros) por la subvención unitaria medida en bolivianos, tanto para el diésel como para la gasolina. En base a la metodología explicada y los datos obtenidos de fuentes de información oficiales, se calculó el Escenario Base para la subvención al diésel y la gasolina proyectado para el periodo 2020 - 2030.

En el caso del diésel, se espera que en 2030 el volumen ofertado sea de 3.735 millones de litros (MM de l) con un alto componente importado de 3.232 MM de l y una refinación de 503 MM de l. En este escenario, y dada la proyección de la tasa de subvención medida en 2,07 Bs/l, en ese año, se espera que el Estado Boliviano, invierta 6.702 MM de Bs.

En el periodo de proyección (2020 - 2030), dados los supuestos y estimaciones antes descritas, se espera que el volumen acumulado de importación de diésel alcance a 31.019 MM de l y la subvención a 52.316 MM de Bs. Estas cifras, son explicadas por una combinación del incremento de la demanda de combustibles, que crece a una tasa promedio de 5,6% entre 2020 a 2030, y una reducción de la refinación de diésel en -9% hasta 2024 a partir del cual la producción se estabiliza.

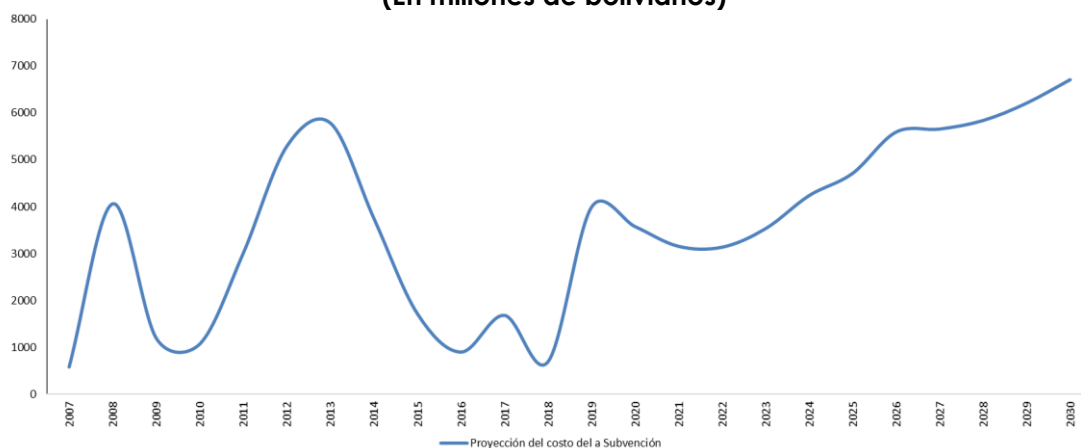
**Figura 23: Proyección 2030 diésel**

Año	Importación MM Lts	Refinerías MM Lts	Oferta Total MM Lts	Subvención Bs/Lt	Subvención MM Bs
2015	809	1.005	1.814	2,13	1.722
2016	913	925	1.839	0,99	904
2017	1.072	847	1.919	1,57	1.686
2018	1.204	823	2.027	0,58	696
2019	1.237	809	2.045	3,22	3.987
2020	1.316	765	2.081	2,72	3.576
2021	1.452	688	2.140	2,17	3.156
2022	1.640	655	2.295	1,91	3.136
2023	1.877	577	2.454	1,88	3.531
2024	2.108	503	2.611	2,01	4.234
2025	2.273	503	2.776	2,07	4.707
2026	2.447	503	2.949	2,28	5.588
2027	2.629	503	3.132	2,15	5.651
2028	2.820	503	3.323	2,07	5.833
2029	3.021	503	3.524	2,05	6.203
2030	3.232	503	3.735	2,07	6.702

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico adjunto se observa un aumento del costo de la subvención al diésel creciente a partir de 2020, explicado por un aumento de los volúmenes de las importaciones de diésel, considerando datos reales para el periodo 2007 – 2019 y la proyección realizada para 2020 – 2030.

**Figura 24 Costo de la subvención al diésel  
(En millones de bolivianos)**



Fuente: Elaboración Propia

La situación de la gasolina es similar a la anteriormente descrita, aunque los volúmenes importados son proporcionalmente menores al contar Bolivia con una importante producción local que cubre aproximadamente más un tercio de la demanda nacional.

Así, se espera que en 2030 el volumen ofertado total alcance a 2.102 MM de l con importaciones de 1.396 MM de l y una refinación de 706 MM de l. Se espera que las subvenciones alcancen a 2.322 MM de Bs.

El volumen acumulado de importaciones de insumos y aditivos para la gasolina, en el periodo de proyección (2020 - 2030), sea de 14.341 MM de l y la subvención alcanza a de 23.889 MM de Bs.

**Tabla 5: Proyección 2030 gasolina**

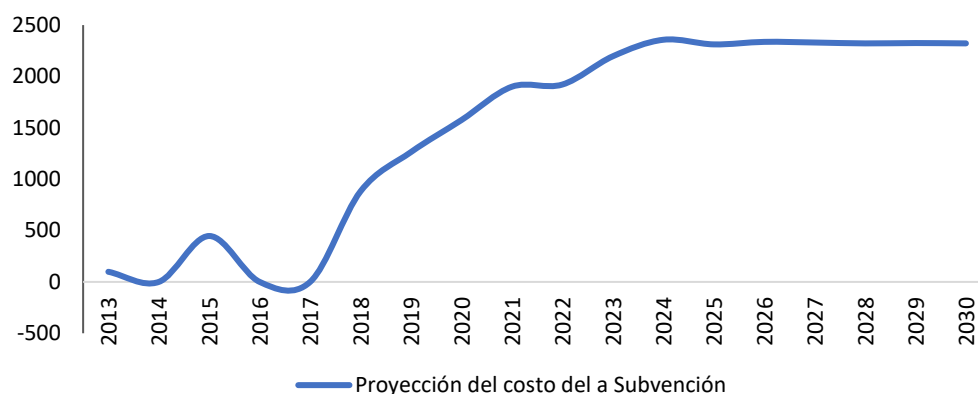
<b>Año</b>	<b>Importación MM Lts</b>	<b>Refinerías MM Lts</b>	<b>Oferta Total MM Lts</b>	<b>Subvención Bs/Lt</b>	<b>Subvención MM Bs</b>
2015	328	975	1.303	1,36	447
2016	178	1.252	1.430	1,24	220
2017	288	1.224	1.512	1,80	518
2018	383	1.154	1.537	2,31	882
2019	948	1.134	2.083	1,33	1.264
2020	945	1.073	2.018	1,67	1.576
2021	1.074	965	2.039	1,77	1.900
2022	1.208	919	2.128	1,59	1.921
2023	1.311	809	2.120	1,68	2.197
2024	1.405	706	2.110	1,68	2.357
2025	1.403	706	2.109	1,65	2.312
2026	1.402	706	2.107	1,67	2.337
2027	1.400	706	2.106	1,66	2.330
2028	1.399	706	2.104	1,66	2.322
2029	1.398	706	2.103	1,66	2.325
2030	1.396	706	2.102	1,66	2.322

Fuente: Elaboración Propia

La subvención a la gasolina tuvo un comportamiento similar al diésel hasta 2024 con un incremento tendencial en el costo de la subvención, a partir del cual tiene, en el periodo 2024 – 2030, el costo de la subvención tiende a estabilizarse. A diferencia del caso anterior, el gráfico siguiente, considera datos reales para el periodo 2013 – 2019, y se presenta la proyección para el periodo 2020 – 2030.



**Figura 25 Costo de la subvención a la gasolina  
(En millones de bolivianos)**



Fuente: Elaboración Propia

Los gráficos siguientes, muestran la evolución de la subvención total (incluye diésel y gasolina) para el periodo 2015 – 2030, tanto en moneda nacional como en dólares.

Destaca que para el año 2030 el costo de la subvención tanto de diésel y de gasolina representará en conjunto, 9.023 MM de Bs y de 1.296 MM de USD, para esta proyección se ha considerado el tipo de cambio fijo vigente hasta la fecha.

**Tabla 6: Proyección de la subvención a 2030**

Año	Diésel	Gasolina	Subvención total MM Bs	Diésel	Gasolina	Subvención total MM USD
	Subvención diésel MM Bs	Subvención gasolina MM Bs		Subvención diésel MM USD	Subvención gasolina MM USD	
2015	1.722	447	2.169	247	64	312
2016	904	220	1.124	130	32	162
2017	1.686	518	2.204	242	74	317
2018	696	882	1.578	100	127	227
2019	3.987	1.264	5.251	573	182	754
2020	3.576	1.576	5.152	514	226	740
2021	3.156	1.900	5.056	453	273	726
2022	3.136	1.921	5.057	451	276	727
2023	3.531	2.197	5.728	507	316	823
2024	4.234	2.357	6.591	608	339	947
2025	4.707	2.312	7.019	676	332	1.008
2026	5.588	2.337	7.924	803	336	1.139
2027	5.651	2.330	7.981	812	335	1.147
2028	5.833	2.322	8.155	838	334	1.172
2029	6.203	2.325	8.528	891	334	1.225
2030	6.702	2.322	9.023	963	334	1.296

Fuente: Elaboración Propia

## **4 ANÁLISIS DEL MODELO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

La concepción, desarrollo e implantación de proyectos de movilidad eléctrica requieren del impulso decidido del nivel central del Estado a través de una entidad pública que permita: la coordinación interinstitucional entre los diferentes niveles del Estado (Gobierno Central y Gobiernos sub nacionales); el relacionamiento sectorial entre las entidades del sector energético y las entidades propias del transporte urbano; la convergencia de los intereses entre los diversos actores del sector privado; y la comunicación y difusión de los proyectos a la población.

La organización administrativa del Estado Plurinacional de Bolivia presenta una serie de complejidades propias de un Estado Autónomico puesto que todos sus niveles tienen autonomía de gestión, poseen la atribución de recaudar fondos y emitir normas de obligado cumplimiento en el ámbito de su jurisdicción. Esta situación, complica la coordinación interinstitucional entre los diferentes niveles de gobierno más aun considerando que las normas emitidas por los diversos niveles tienen igual jerarquía normativa que puede implicar la colisión de normas, duplicidad de esfuerzos, al margen de la visión de los líderes políticos de turno.

La implantación de la movilidad eléctrica ya sea en el transporte urbano de pasajeros o en el segmento de la movilidad privada (uso del vehículo particular) requiere la coordinación interinstitucional entre las entidades del sector energético (energía eléctrica principalmente e hidrocarburos en menor medida) y del sector del transporte urbano. Al tratarse de una combinación de entidades sectoriales pertenecientes al Órgano Ejecutivo del nivel central del Estado (sector energético) y a gobiernos autónomos municipales (sector de transporte), la coordinación entre entidades públicas puede complicarse por diversas prioridades en agenda, incumplimiento de plazos y metas, además de las propias dificultades técnicas de los proyectos.

La puesta en marcha de diversos proyectos de electromovilidad requiere de la convergencia de los intereses de los diversos actores del sector privado para identificar y realizar acciones de financiamiento, inversión y capacitación (formación profesional). Esta convergencia, además de los mecanismos propios del mercado, requiere de la acción decidida del Estado que oriente las acciones individuales hacia un objetivo común.

Debido a la necesidad de posicionar los proyectos de movilidad eléctrica en la agenda pública y de explicar el contexto de cambio climático y contaminación ambiental, además de las dificultades de los usuarios para comprender las ventajas de estas nuevas tecnologías para el transporte y de sus principales magnitudes de consumo (por ejemplo, kW/h), es necesario que una entidad pública especializada se ocupe de estas tareas.

Por las razones expuestas en los párrafos precedentes además de la previsible envergadura de los proyectos, el nacimiento de una nueva actividad económica como la movilidad eléctrica, tiene diversas implicaciones a nivel sectorial, institucional, económico y social, lo cual requiere, sin duda, de un organismo público que articule los diferentes esfuerzos del sector público y coadyuve a la necesaria convergencia de los diversos intereses del sector privado se hace muy necesaria implantar una Agencia para el Desarrollo de la Movilidad Eléctrica, o en su caso, establecer un mecanismo institucional alternativo dentro de la estructura del nivel central que permita alcanzar estos objetivos.

Tanto los planeamientos para la implantación de la Agencia para el Desarrollo de la Movilidad Eléctrica como el mecanismo institucional alternativo se plasmarán en el correspondiente anteproyecto de Ley/Norma y/o los cambios en la normativa vigente.

## **4.2 MARCO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO VIGENTE**

La implementación del proyecto de movilidad eléctrica en nuestro país requiere de un conjunto de condiciones institucionales y normativas que hagan viable su desarrollo. Es necesario contar con un marco institucional apropiado para atender adecuadamente las distintas necesidades en materia de planificación, ejecución, regulación y operación de políticas y programas sobre movilidad eléctrica, considerando la participación de los distintos niveles de gobierno y de los sectores involucrados, así como desarrollar la normativa necesaria y adecuar el marco normativo vigente a los requerimientos de un nuevo modelo de movilidad urbana más eficiente y menos contaminante<sup>19</sup>.

### **4.2.1 Competencias del nivel central del Estado**

A partir de la promulgación de la Constitución Política del Estado en febrero del año 2009, y de la Ley N° 031 Marco de Autonomías y Descentralización de 19 de julio de 2010, el marco normativo nacional ha realizado una diferenciación específica de las competencias correspondientes a cada uno de los niveles de gobierno.

A continuación, se realizará el análisis de las principales competencias correspondientes al nivel central y al nivel municipal vinculados a la implementación de la movilidad eléctrica, siempre en el marco de la normativa vigente en nuestro país.

#### **4.2.1.1 Planificación del Sistema de Transporte**

El derecho a la movilidad y acceso a medios de transporte de los habitantes del país tiene protección constitucional, que atribuye al Estado y a sus instituciones

---

<sup>19</sup> En este capítulo se realizará una revisión del marco institucional y normativo en actual vigencia, y que se halla directa o indirectamente vinculada al desarrollo de la movilidad eléctrica, realizando un análisis del marco competencial aplicable, identificando la distribución de competencias efectuada por la normativa entre las distintas entidades públicas pertenecientes al nivel central y municipal del Estado, así como las competencias y atribuciones en los sectores de electricidad y transporte que son relevantes para el presente estudio.

un deber de garantizar el ejercicio de este derecho por los ciudadanos. Así, de acuerdo al artículo 76, parágrafo I. de la Constitución Política del Estado, promulgada el 9 de febrero de 2009, es deber del Estado garantizar el acceso a un sistema de transporte integral en sus diversas modalidades. Dicho precepto constitucional establece que una ley -del nivel nacional- determinará que el sistema de transporte sea eficiente y eficaz, y que genere beneficios a los usuarios y a los proveedores.

En este sentido, la Ley N° 165 "Ley General de Transporte" de 16 de agosto de 2011, establece los lineamientos normativos generales técnicos, económicos, sociales y organizacionales del transporte, considerado como un Sistema de Transporte Integral en sus diferentes modalidades. Por su parte, el artículo 9 (Política Sectorial) de la nombrada ley establece que la política sectorial de transporte, tiene el propósito de orientar la intervención del Estado Plurinacional en el nivel central, departamental, municipal y autonomías, indígena, originario, campesinas, para contribuir a la consecución de los fines esenciales del Estado, lograr una movilidad libre y digna en todo el territorio nacional en todas sus modalidades de transporte.

Uno de los lineamientos más importantes sobre política sectorial de transporte se encuentra definido en el artículo 15 de la señalada norma, referida al "empleo de energías alternativas, limpias, sostenibles y disponibles". Esta disposición alienta la promoción del uso de energías alternativas, limpias, renovables y disponibles, orientados a la transformación de la matriz energética para el transporte en general y para el transporte urbano en particular<sup>20</sup>. También contempla la posibilidad del establecimiento de redes accesibles para el abastecimiento de energía y el fomento a la investigación para el empleo de otras energías limpias y/o renovables disponibles en el país, entre otros aspectos a ser definidos de acuerdo a la evolución del sector energético en Bolivia.

Finalmente, el artículo 75 de esta ley contiene una importante definición sobre el servicio de transporte público, entendido como *"aquel que tiene como propósito general satisfacer las necesidades que originan prestaciones dirigidas a las usuarias y los usuarios individualmente o en su conjunto, que son de interés público y sirven al bien común..."*. Esta disposición habilita que el servicio de transporte público pueda ser suministrados tanto por instituciones públicas como privadas.

Estas disposiciones de alcance nacional contienen regulaciones sobre política de transporte a nivel general, por cuanto la regulación específica corresponde a los niveles municipales, conforme se verá más adelante, no obstante, estas disposiciones contemplan los lineamientos principales para el desarrollo de la movilidad eléctrica, articulando la planificación sectorial de transporte desde el nivel central, con políticas sectoriales de hidrocarburos y energía como el cambio de la matriz energética y la transición a las energías limpias.

---

<sup>20</sup> Desde 2014, las unidades de transporte público ingresaron a un proceso de reconversión de motores de gasolina a gas natural vehicular GNV a través de incentivos fiscales, facilidades para la adquisición de unidades de transporte e incentivos para la fabricación y ensamblado de vehículos.

#### **4.2.1.2 Política energética y sistema eléctrico**

Con relación a la política energética, el artículo 378 Pár. I. de la CPE determina que las diferentes formas de energía y sus fuentes constituyen un recurso estratégico y su acceso es un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral y social del país. El párrafo II del mismo artículo dispone que es facultad privativa del Estado el desarrollo de la cadena productiva energética en las etapas de generación, transporte y distribución, a través de empresas públicas, mixtas, instituciones sin fines de lucro, cooperativas, empresas privadas. En este marco, por definición constitucional, el desarrollo de la cadena productiva energética en sus tres actividades (Generación, Transmisión y Distribución) es facultad privativa del Estado, pero puede realizarse a través de distintos tipos de operadores, incluyendo empresas privadas.

En esa misma línea, el DS 3058 de 22 de enero de 2017 que modifica el DS 29894 de 9 de febrero de 2009 de Organización del Órgano Ejecutivo, incorporó al Ministerio de Energías en la estructura del ejecutivo nacional. Por disposición del artículo 4 del referido decreto supremo, entre las atribuciones asignadas al ministro de energías, se encuentra el *"Proponer y dirigir la Política Energética del País, promover su desarrollo integral, sustentable y equitativo y garantizar la soberanía energética"*. De igual forma, el ministro de energías es responsable de diseñar, implementar y supervisar la política de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, y de establecer políticas y estrategias, que garanticen el abastecimiento de energía eléctrica para el consumo interno.

El mismo decreto define en su artículo 6 las atribuciones del Viceministro de Electricidad y Energías Alternativas, siendo las más relevantes para el desarrollo de la movilidad eléctrica, las descritas en los siguientes literales: *"f) Coordinar con los gobiernos autónomos departamentales, municipales, regionales e indígenas originaria campesina, la implementación y desarrollo de proyectos eléctricos y energías alternativas en el marco de las competencias concurrentes y compartidas"*; y *"p) Coordinar con otras entidades el desarrollo de políticas de eficiencia energética para el uso de las energías renovables y no renovables, sustitutivas y complementarias"*.

Dentro de la estructura institucional del sector eléctrico se identifican funciones de regulación y operación del despacho de carga, además de los operadores del mercado eléctrico. De acuerdo al artículo 14 de la Ley N° 1604 de Electricidad de 21 de diciembre de 1994, la función de regulación de las actividades de la industria eléctrica en todo el territorio nacional corresponde a la superintendencia de electricidad, que por disposición del DS 071 de 9 de abril de 2009 y sus modificaciones en la actualidad corresponde a la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear.

#### **4.2.1.3 Políticas tributarias e incentivos económicos**

Uno de los aspectos relevantes para la implementación y desarrollo de la movilidad eléctrica es el referido a la incorporación de incentivos tributarios, tanto de alcance nacional como local, aplicables en la importación de

vehículos como en la operación del servicio de transporte, que permita reducir los costos de inversión y operación en el transporte a través de la movilidad eléctrica. Por ello, es necesario identificar la distribución competencial relativa a la formulación de incentivos tributarios por los diversos niveles de gobierno.

Así, el artículo 158. Pár. I. numeral 23 de la CPE establece como una atribución de la Asamblea Legislativa Plurinacional, la potestad de crear o modificar impuestos de competencia del nivel central del Estado. Asimismo, el artículo 323 Par. II. establece las instancias competentes para la creación o modificación de impuestos en los diferentes niveles de gobierno; así, se tiene que: a) Los impuestos que pertenecen al dominio tributario nacional deben ser aprobados por la Asamblea Legislativa Plurinacional; b) Los impuestos que pertenecen al dominio exclusivo de las autonomías departamental o municipal, serán aprobados, modificados o eliminados por sus Concejos o Asambleas, a propuesta de sus órganos ejecutivos. Finalmente, se determina que una ley del nivel central clasificará y definirá los impuestos que pertenecen al dominio tributario nacional, departamental y municipal.

En el ámbito institucional, el DS 29894 de Organización del Ejecutivo y sus modificaciones, describe en su artículo 52 las atribuciones del Ministro de Economía y Finanzas Públicas, entre las que señala el *"Supervisar, coordinar y armonizar el régimen fiscal y tributario de los diferentes niveles territoriales"*. En la misma estructura de dicha cartera de Estado, el artículo 54 define las atribuciones del Viceministro de Política Tributaria, señalando en su literal b) la atribución de proponer políticas tributarias, aduaneras y arancelarias, así como proyectar las disposiciones legales y normativas correspondientes.

#### **4.2.2 Competencias de los niveles municipales**

El Capítulo Octavo, del Título Primero de la Tercera Parte de la CPE contiene definición de los tipos de competencias y una descripción de las competencias de cada uno de los niveles de gobierno. En lo relativo a las competencias exclusivas de los gobiernos municipales, el artículo 302, parágrafo I., numeral 18, define como una competencia municipal el transporte urbano, registro de propiedad automotor, ordenamiento y educación vial, administración y control del tránsito urbano.

Dentro de la legislación emitida por el nivel central del Estado sobre las competencias municipales, se tiene a la Ley N° 165 General de Transporte, cuyo artículo 17, literal c) dispone que la autoridad competente del nivel municipal es el representante del Órgano Ejecutivo del nivel municipal que emite políticas, planifica, regula, fiscaliza y/o administra la ejecución, gestión, operación y control del Sistema de Transporte Integral – STI. De forma concordante, el artículo 22 de la citada ley señala como atribuciones exclusivas de los gobiernos autónomos municipales la planificación y desarrollo del transporte urbano, incluyendo el ordenamiento del tránsito urbano en toda la jurisdicción

municipal, así como la regulación de las tarifas de transporte en su área de jurisdicción.

Ingresando a la revisión de la legislación de los niveles municipales, a continuación, se abordará la normativa e institucionalidad relativa al desarrollo de la movilidad eléctrica de dos gobiernos autónomos municipales que presentan mayores avances y apertura al desarrollo de la movilidad urbana sostenible y ecológica, concretamente, los municipios de La Paz y Santa Cruz de la Sierra.

#### **4.2.2.1 Gobierno Autónomo Municipal de La Paz**

El 18 de abril de 2012 el Concejo Municipal de La Paz aprueba la Ley Municipal Autonómica N° 015 “Ley Municipal de Transporte y Tránsito Urbano”, que es modificada por la Ley Autonómica Municipal N° 018 de 18 de mayo de 2012. Esta norma municipal constituye la norma especial en materia de transporte urbano aplicable al municipio paceño.

De acuerdo a lo dispuesto por el artículo 3 de la referida norma, sus disposiciones se aplican a la planificación, administración, gestión, supervisión, control y coordinación del Sistema de Movilidad Urbana, que integra los componentes de transporte, tránsito y vialidad, en el Municipio de La Paz; así como a la regulación, supervisión y control de la prestación del servicio público de transporte urbano de pasajeros, autorizado, incluyendo la asignación de rutas y recorridos.

El artículo 7, literal a) de dicha normativa, define a la Autoridad Municipal del Transporte y Tránsito (AMTT) como la instancia del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz que tiene dentro de sus atribuciones, planificar y regular los servicios público y privado de transporte de pasajeros y carga, de acuerdo a las necesidades de la población y a la planificación territorial del Municipio.

Concordante con esta disposición, el parágrafo I., del artículo 11 de esta norma a la Dirección Especial de Movilidad, Transporte y Vialidad u otra unidad organizacional dependiente del GAMLP que sea creada en el futuro con el mismo propósito, como la AMTT, asignándole, entre otras, las siguientes atribuciones:

- a) Formulación de planes, programas y proyectos en materia de movilidad, transporte y tránsito urbano, manteniendo coherencia con la política sectorial del nivel central del Estado, en todo lo que no vulnere la autonomía municipal;
- b) Planificación, administración, regulación y supervisión del Sistema de Movilidad Urbana en la jurisdicción del Municipio de La Paz;
- c) Elaboración del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) para el Municipio de La Paz; el cual deberá contener el Programa Municipal de Transporte (PROMUT);

De acuerdo al Manual de Organización de Funciones del GAMLP correspondiente a la gestión 2020, las funciones de la AMTT corresponden a la

Secretaría Municipal de Movilidad, cuyas funciones son ejercidas a través de la Dirección de Planificación Integral de la Movilidad, la Dirección de Regulación y Ordenamiento de la Movilidad y de la Unidad de Guardia Municipal de Transporte, que se constituye en la instancia operativa de la AMTT.

Además de esta instancia especializada del GAML P, tanto el Alcalde Municipal como el Concejo Municipal de La Paz mantienen sus atribuciones de proponer y aprobar las políticas en materia de movilidad, transporte y tránsito urbano, como el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) y el Programa Municipal de Transporte (PROMUT) formulados por la AMTT, tal cual lo determinan los artículos 9 y 10 de esta norma.

El 3 de abril de 2012 se aprueba la Ley Municipal Autonómica N° 071 que norma el Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros prestado directamente por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz a través del Servicio de Transporte Municipal (SETRAM) como instancia organizacional desconcentrada del GAML P.

#### **4.2.2.2 Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra.**

El 16 de octubre de 2019, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra aprueba la Ley Autonómica Municipal GAMSCS N° 1216 "Ley Autonómica Municipal General de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura" que principalmente: 1) Establece las bases, normas y principios, para la planificación, proyección, regulación, autorización, coordinación, implementación, gestión y control de la movilidad de las personas y bienes, además del servicio de transporte y tráfico urbano de manera sostenible y segura; y 2) Promueve e incentiva el sistema de la movilidad urbana integral, sostenible y segura, en condiciones óptimas de preservación del medio ambiente, bajo criterios de calidad y seguridad.

El artículo 6 de esta norma relativo al "Marco Legal y Alcance Competencial" define las competencias en materia de Transporte, identificándose entre las más importantes las siguientes:

- a) Planificar, concesionar, registrar, autorizar e implementar, los sistemas de transporte, incluyendo el ordenamiento del tráfico urbano en la jurisdicción municipal.
- b) Coordinar la implementación de políticas de gestión del tráfico y proyectos de movilidad, con las instituciones públicas y privadas.
- c) Promover e incentivar el uso de medios de transporte no motorizado, vehículos eléctricos y/o cero emisiones, con la finalidad de disminuir los índices de contaminación.

El artículo 7 define al Órgano Ejecutivo del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, a través de la Secretaría Municipal de Movilidad Urbana como "Autoridad Competente de la Movilidad" como la instancia responsable de la Planificación, Regulación, Autorización, Control, Supervisión, Ejecución y Sanción, en materia de Movilidad.



Al igual que en el municipio paceño, conforme lo establece el artículo 20 de la norma citada, el servicio de transporte público puede ser prestado por el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra de manera directa o indirecta. Con mayor precisión, el artículo 25 parágrafo II., establece que el servicio de transporte público será realizado de forma directa, indirecta o bajo modalidad mixta, entendiendo cada modalidad de la siguiente forma:

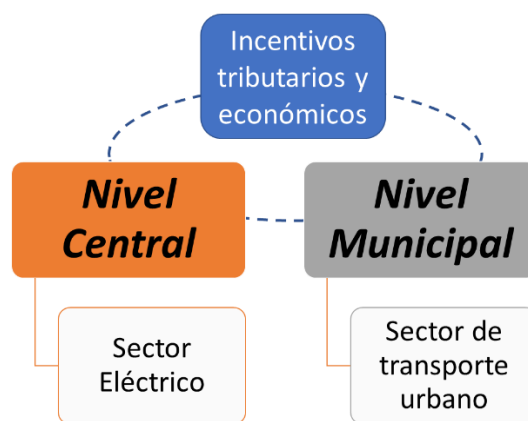
- a) Directa, cuando el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, crea una empresa pública encargada de prestar y/o administrar el servicio de transporte.
- b) Indirecta, opera cuando el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, a través de la concesión y bajo un diseño técnico de operación, autoriza al sector privado a prestar el servicio de transporte.
- c) Mixta, implica la combinación de ambas modalidades, así mismo deberán cubrir las necesidades de modalidad pública y privada de forma concurrente.

Sin embargo, por disposición del artículo 21, solo los operadores debidamente autorizados o concesionados por la autoridad competente podrán prestar el servicio de transporte público, previo cumplimiento de los requisitos establecidos por dicha normativa.

Finalmente, se contempla una serie de prohibiciones e incentivos que podrían amparar el desarrollo de la movilidad eléctrica. Así, el parágrafo IV del artículo 39 prohíbe la otorgación de registro o autorización a las unidades de transporte público, que no cumplan con la Norma de Emisiones Atmosféricas EURO IV o equivalentes. De igual forma, el parágrafo V del referido artículo 39 incentiva la incorporación y el uso de combustible limpio en las nuevas unidades de transporte público, con tecnología, ecología, economía, seguridad y eficiencia, con combustibles amigables con el medio ambiente.

A partir del análisis efectuado, se concluye que el transporte urbano es una competencia exclusiva del nivel municipal aun cuando la Ley General de Transporte N 165, establece lineamientos específicos en la materia. En cambio, las competencias referidas al sector eléctrico es facultad privativa del nivel central del Estado. Finalmente, el cobro de impuestos se realiza en forma compartida entre los diferentes niveles del Estado existiendo impuestos de dominio exclusivo del nivel central y cobros específicos del nivel municipal, dependiendo del sujeto activo a quien se cobra. El siguiente esquema se presenta una síntesis al respecto.

**Figura 26: Competencias Constitucionales**



Fuente: Elaboración propia

### **4.3 IDENTIFICACIÓN DE FUNCIONES E INSTITUCIONES NECESARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA**

Una vez identificados el marco institucional y normativo vigente en los diferentes niveles de gobierno, corresponde efectuar una revisión más detallada del marco normativo e institucional de los sectores de energía y transporte que resultan relevantes para la implementación de la movilidad eléctrica, considerando los aspectos más importantes para su desarrollo en cada uno de los sectores, a fin de identificar los cambios o adecuaciones requeridas en el marco normativo e institucional, para dotar al proyecto de viabilidad jurídica.

#### **4.3.1 Aspectos regulatorios del sector eléctrico**

Dado que el aspecto más sobresaliente e innovador de la movilidad eléctrica es el combustible empleado consistente en electricidad en reemplazo de combustibles de origen fósil, corresponde efectuar la revisión de la normativa regulatoria del sector eléctrico, respecto a la posibilidad de la incorporación de nuevos operadores de distribución de electricidad a vehículos eléctricos, la incorporación de una nueva categoría de consumidores, las tarifas aplicables, las inversiones necesarias y las entidades y empresas responsables, además de una serie de aspectos que merecen una regulación específica.

##### **4.3.1.1 La comercialización de electricidad en la legislación nacional**

Uno de los aspectos relevantes en el desarrollo de la movilidad eléctrica es el relativo a los agentes que intervienen en el suministro de electricidad a los vehículos. De acuerdo con la legislación comparada (Chile y Colombia), en algunos países el suministro de electricidad a los vehículos eléctricos corresponde a la actividad de comercialización que es distinta de la distribución.

En el caso de la legislación boliviana, la Ley N° 1604 de Electricidad, que data del año 1994 definió a la Industria Eléctrica como aquella que comprende la generación, interconexión, transmisión, distribución, comercialización, importación, y exportación de electricidad. En esta misma línea, el DS 071 de 9

de abril de 2009, modificado por el DS 3892 de 1 de mayo de 2019, que crea las Autoridades de Fiscalización en reemplazo de las ex Superintendencias sectoriales, establece en su artículo 53, literal g) como una atribución del actual Director Ejecutivo de la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear, el *"suscribir y resolver contratos con todos los actores de la cadena productiva energética en las etapas de generación, transporte, comercialización y distribución de electricidad en el marco de la normativa vigente"*.

Sin embargo, y pese a que existen esas dos referencias normativas a la comercialización como una actividad de la industria eléctrica, no existe una definición de esta actividad ni mayor regulación que permita comprender sus alcances y modalidades. Por el contrario, la propia Ley de Electricidad define al Sistema Eléctrico como el conjunto de instalaciones para la generación, transmisión y distribución de electricidad. De igual forma, cada una de estas actividades cuenta con una definición específica y una amplia regulación en la normativa del sector eléctrico. Por su parte, el artículo 378 Pár. II. de la CPE aprobada el año 2009 determina que es facultad privativa del Estado el desarrollo de la cadena productiva energética en las etapas de generación, transporte y distribución.

En este sentido, la normativa vigente del sector eléctrico es clara al establecer que las actividades de la cadena de producción de electricidad son la Generación, la Transmisión y la Distribución.

#### **4.3.1.2 Otorgación de Título Habilitante para el ejercicio de la actividad de distribución**

De acuerdo con lo establecido por la Ley de Electricidad, para el ejercicio de la actividad de distribución se requiere contar con un Título Habilitante (concesión) otorgado por la autoridad competente. Al respecto, el artículo 51 del DS 071 define las competencias de la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear, señalando como una de las principales el otorgar, modificar y renovar títulos habilitantes y disponer la caducidad o revocatoria de los mismos. Asimismo, de acuerdo a lo dispuesto por dicho artículo, se entiende por Título Habilitante a la autorización o derecho otorgado para la prestación o la realización de actividades en el sector de electricidad.

La propia Ley de Electricidad prevé excepciones para la obtención de concesiones o licencias, para los siguientes casos.

- a) La producción de electricidad con destino al suministro a terceros o al uso exclusivo del productor, que se realice por debajo de los límites establecidos en reglamento;
- b) La distribución de electricidad ejercida por un auto productor y que no constituya servicio público; y,
- c) Las que se realicen en forma integrada en Sistemas Aislados, cuyas dimensiones estén por debajo de los límites establecidos en reglamento.

En este sentido, es conveniente analizar las características técnicas del suministro de electricidad para los vehículos eléctricos para establecer si se pudiese acoger a una de las excepciones.

#### **4.3.1.3 Modificación de estructuras tarifarias y categorías de consumidor**

El régimen tarifario en el sector eléctrico es una competencia esencial de la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear, tal como lo establece el literal d) del artículo 51 del DS 071, señalando como atribución de la AETN: *"Fijar, aprobar y publicar precios, tarifas, derechos u otros de acuerdo a la normativa vigente, garantizando su correcta aplicación y asegurando que la información sustentatoria esté disponible y sea pública"*

El Reglamento de Precios y Tarifas aprobado por DS 26094 de 2 de marzo de 2001 regula los aspectos relacionados al régimen tarifario en distribución. El artículo 43 del citado reglamento faculta a la autoridad de regulación a aprobar para cada empresa de Distribución, opciones de estructuras tarifarias para las ventas a los Consumidores Regulados en la zona de su Concesión, aplicables a categorías de consumidores definidas en función de las características del suministro y del consumo de electricidad.

A tal efecto, el mencionado Reglamento de Precios y Tarifas establece un procedimiento y condiciones para la aprobación de tarifas base, considerando una proyección de la demanda por 4 años, los costos de suministro que comprenden: compras de electricidad, costos de consumidores, impuestos, tasas, costos de operación, costos de mantenimiento, costos administrativos y generales, cuota anual de depreciación de activos tangibles, cuota anual de amortización de activos intangibles, gastos financieros y otros costos que tengan relación con el suministro y sean aprobado por el regulador.

#### **4.3.1.4 Creación de categorías tarifarias relacionadas a la movilidad eléctrica**

Cumpliendo las disposiciones del sector eléctrico referidas a la Revisión Ordinaria de Tarifas de las empresas de Distribución que deben realizarse cada cuatro años, en diciembre del año 2019 la Autoridad de Electricidad y Tecnología Nuclear emitió las Resoluciones Administrativas por las que aprobó las Tarifas Base y las Estructuras Tarifarias para el periodo noviembre 2019 y octubre 2023, para cada una de las empresas que presentaron sus estudios tarifarios.

Así, mediante Resolución AETN N° 1094 de 2 de diciembre de 2019, la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear, aprobó las Tarifas Base y las Estructuras Tarifarias para el periodo noviembre 2019 y octubre 2023 para la empresa CRE de Santa Cruz. El Anexo 2 de esta Resolución incorpora la Categoría: "VEHÍCULO ELÉCTRICO PD BT" aplicable exclusivamente para cargas de vehículos 100% eléctricos conectados en Baja Tensión con potencia máxima inferior o igual a 10 kW. Para esta categoría se asigna un cargo fijo de 36,149 Bs/mes; y cargos variables de 0,303 Bs/kWh para consumos de 0 a 500 kWh; y de 3,000 Bs/kWh para consumos que excedan los 500 kWh.

Similar situación presentó el caso de la empresa ELFEC, dado que mediante Resolución AETN N° 1114 de 9 de diciembre de 2019, la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear, aprobó las Tarifas Base y las Estructuras Tarifarias para el periodo noviembre 2019 y octubre 2023 para la empresa ELFEC de Cochabamba. El Anexo 2 de esta Resolución incorpora 3 Categorías: "TRANSPORTE ELÉCTRICO MD BT"; "TRANSPORTE ELÉCTRICO MD MT"; "TRANSPORTE ELÉCTRICO GD MT", aplicable a consumidores que empleen el suministro de energía eléctrica, para desplazar vehículos de transporte público y aquellos que destinen el suministro a la recarga de vehículos eléctricos a través de estaciones de carga pública.

Finalmente, mediante Resolución AETN N° 1123 de 11 de diciembre de 2019, la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear, aprobó las Tarifas Base y las Estructuras Tarifarias para el periodo noviembre 2019 y octubre 2023 para la empresa DELAPAZ del departamento de La Paz. El Anexo 2 de esta Resolución incorpora 3 Categorías: 1) "TRANSPORTE MASIVO TM-MD-BT" aplicable a consumidores que empleen al suministro de energía eléctrica para los sistemas de tracción de las Empresas de Transporte Masivo y para los consumidores que empleen la energía eléctrica para desplazar vehículos de transporte público, con suministro en Baja Tensión con potencia máxima mayor a 10 kW y menor o igual a 50 kW. 2) "TRANSPORTE MASIVO TM-GD-BT" aplicable a consumidores que empleen al suministro de energía eléctrica para los sistemas de tracción de las Empresas de Transporte Masivo y para los consumidores que empleen la energía eléctrica para desplazar vehículos de transporte público, con suministro en Baja Tensión con potencia máxima mayor a 50 kW. 3) "TRANSPORTE MASIVO TM-GD-MT" aplicable a consumidores que empleen al suministro de energía eléctrica para los sistemas de tracción de las Empresas de Transporte Masivo y para los consumidores que empleen la energía eléctrica para desplazar vehículos de transporte público, con suministro en Media Tensión con potencia máxima mayor a 50 kW. De igual forma, esta misma resolución describe dentro de las categorías domiciliarias correspondiente a pequeñas demandas la categoría D2h-PD-BT aplicable a consumidores domiciliarios en baja tensión con medición horaria para carga de vehículo eléctrico, con una demanda de potencia máxima menor o igual a 10kW, con cargo mínimo de Bs./mes de 23,628, y cargos por energía de 0,873 Bs./kWh en el bloque alto; 0,690 Bs./kWh en el bloque medio; 0,418 Bs./kWh en el bloque bajo.

La última revisión tarifaria realizada por la AE muestra una clara apertura del sector eléctrico, especialmente de las 3 empresas de distribución más importantes, y del órgano regulador, de adaptar las normas administrativas y regulatorias a la incursión de la movilidad eléctrica, que constituyen pasos fundamentales hacia el desarrollo de la movilidad eléctrica en el transporte masivo de personas. El cuadro siguiente, presenta una síntesis de esta información.

**Tabla 7 Tarifas para el transporte eléctrico**

Distribuidor	Resolución AETN (*)	Tipo de Transporte	Tarifa
<b>Cooperativa Rural de Electrificación CRE Ltda</b>	Resolución AETN N° 1094 de 2 de diciembre de 2019  Vigencia: de 11/20 a 10/23	Vehículo Eléctrico PD BT 100% eléctricos Baja Tensión	Cargo fijo de 36,149 Bs/mes; Cargo variable de 0,303 Bs/kWh para consumo <= 500 kWh Cargo variable de 3,000 Bs/kWh para consumo > 500 kWh.
<b>ELFEC</b>	Resolución AETN N° 1114 de 9 de diciembre de 2019  Vigencia: de 11/20 a 10/23	"Transporte Eléctrico MD BT"  "Transporte Eléctrico MD MT"  "Transporte Eléctrico GD MT",	Aplicable a consumidores de energía eléctrica, para desplazar vehículos de transporte público y recarguen vehículos eléctricos en estaciones de carga pública
<b>DELAPAZ</b>	AETN N° 1123 de 11 de diciembre de 2019  Vigencia: de 11/20 a 10/23	"Transporte Masivo TM-MD-BT"  "Transporte Masivo TM-GD-BT"  "Transporte Masivo TM-GD-MT"  Domiciliario D2h-PD-BT	Baja Tensión, potencia máxima > 10 kW <= a 50 kW  Baja Tensión, con potencia máxima > a 50 kW  Media Tensión, con potencia máxima > 50 kW.  Baja Tensión, con potencia máxima menor o igual a 10kW.

Fuente: Elaboración propia

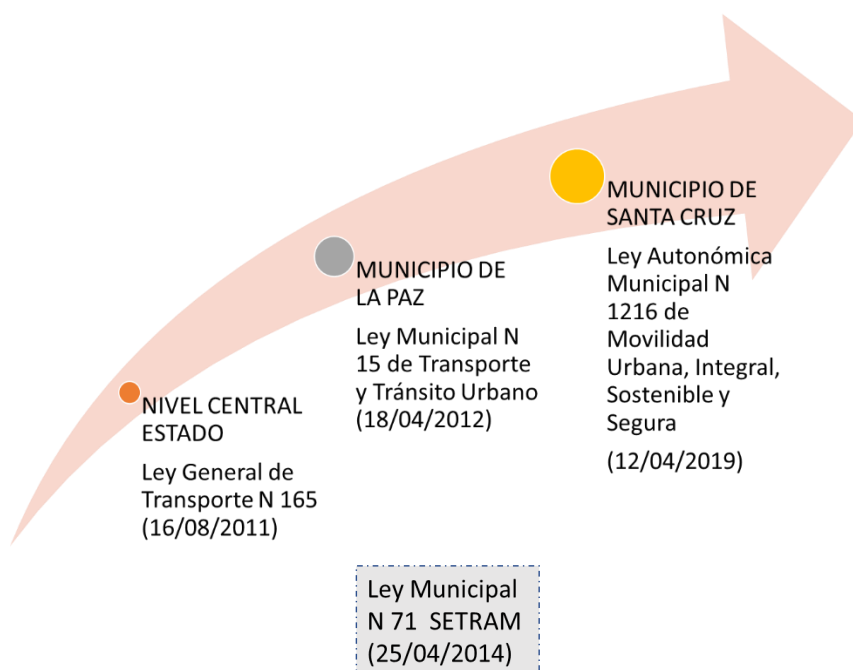
(\*) AETN: Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear

#### 4.3.2 Aspectos regulatorios en el transporte urbano

La evolución del marco normativo sectorial del sector transporte tuvo su origen en la promulgación de la Ley 165 de agosto de 2011, emitida por el nivel central del Estado. A este hecho, prosiguió el accionar del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz que en 2012 y 2014, emitió las leyes municipales autonómicas de Nros 15 y 71 respectivamente, referida al "Transporte y Tránsito" en el primer caso, y al establecimiento del "Servicio de transporte municipal SETRAM". En 2019, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz, emitió la Ley 1216 de "Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura"<sup>21</sup>. El siguiente esquema, muestra la evolución normativa del sector.

<sup>21</sup> Otros municipios, cuentan en la actualidad con proyecto de norma, pero no han sido emitidos hasta la fecha.

**Figura 27 Desarrollo normativo del transporte urbano**



Fuente: Normativa nacional y municipal

#### **4.3.2.1 Regulación del Nivel Central del Estado**

El marco normativo nacional en materia de transporte está definido por la Ley General de Transporte N° 165, de agosto de 2011. Esta norma regula el transporte en sus diversas modalidades y tipologías, en el marco de Constitución Política del Estado de 2009 y de las leyes marco del Estado Plurinacional de Bolivia, principalmente a Ley Marco de Autonomías y Descentralización N° 31 Andrés Ibáñez.

El marco competencial que regula el sector transporte fue establecido en el Artículo 22 de la Ley 165 donde se indica que los gobiernos autónomos municipales tienen competencias exclusivas para “Planificar y desarrollar el transporte urbano, incluyendo el ordenamiento del tránsito urbano en toda la jurisdicción municipal”. Este artículo de la Ley General de Transporte 165, ratifica las competencias exclusivas<sup>22</sup> en el ámbito del transporte urbano, delegadas por la Constitución Política del Estado en su artículo 302 numeral 18 y la ya citada Ley N 31 en su Artículo 96. 2.

La Ley General de Transporte N° 165, abrió las posibilidades para iniciar una serie de reformas y acciones de modernización en el sector transporte en general y del sector de transporte urbano en particular, en los diferentes ámbitos estatales (gobierno central, gobiernos departamentales y gobiernos municipales) y los lineamientos básicos de los servicios del sector, así el Artículo 6 de la mencionada Ley, establece los principios del Sistema de Transporte Integral los cuales hacen referencia fundamentalmente a la calidad, universalidad y seguridad en la prestación de los servicios y a la participación de la sociedad

<sup>22</sup> Al respecto existe la Sentencia Constitucional 2055 de 2012 que declara inconstitucionales varios artículos de la Ley Marco de Autonomías referidos principalmente al marco competencial y las atribuciones de los gobiernos sub nacionales en varias materias incluida el transporte.

civil organizada a través del control social. Además, el Artículo 7 define al Sistema de Transporte Integral – STI, como un “conjunto de varios elementos que, interactuando entre sí, permiten que se lleve a cabo el traslado de personas y bienes entre las que se encuentran infraestructura física, operadores y usuarios y usuarios del servicio y otros servicios logísticos complementarios”.

Uno de los elementos más importantes establecidos por la Ley de Transporte se refiere a la concepción de redes de transporte y a la necesidad de promoción por parte de los diversos niveles del Estado del Sistema Integral de Transporte. En ese marco, el Artículo 11, indica que “se deberá promover la integralidad y complementariedad de las diferentes modalidades de transporte (aéreo, terrestre, ferroviario y acuático), y la logística comprendida por todas las actividades conexas o auxiliares complementarias al transporte”, y, el Artículo 65 explica los componentes del STI “El Sistema de Transporte Integral - STI está compuesto por infraestructura, servicios de transporte y servicios logísticos complementarios al transporte” además, apuntalar la sinergia entre los componentes del sistema de transporte y optimizar el grado de eficiencia, calidad y seguridad tanto en el traslado de personas como de carga.

Otro aspecto central se define en el Artículo 67 donde se declara de necesidad y utilidad pública a toda la infraestructura para el transporte (vías, terminales terrestres, aeroportuarias, puertos, instalaciones, estaciones, vías férreas, entre otros) que, en su caso, serán objeto de preferencias para la adquisición y el acceso a los componentes y materiales necesarios para la construcción y mantenimiento.

En cuanto a los instrumentos de planificación, el Capítulo III, en los artículos 81-86 establece los diversos niveles de planificación sectorial. Destaca que el nivel central debe elaborar el Plan Nacional Sectorial de Transporte (PLANAST), las gobernaciones el Plan Departamental de Transportes (PRODET) y los Gobiernos Autónomos Municipales el Programa Municipal de Transporte (PROMUT). Todos estos instrumentos, se constituyen en instrumentos vinculantes para la obtención de financiamiento para el transporte. Por ejemplo, el Artículo 85 indica que el PROMUT se constituye, en el caso de los municipios con población mayor a 5.000 habitantes, en “...requisito(s) indispensable(s) para acceder a recursos públicos destinados a pre inversión e inversión en el sector transporte”.

En cuanto al transporte terrestre, la Ley 165, establece las diversas modalidades de transporte en función a su tipología, alcance territorial y capacidad de los vehículos utilizados. Cabe destacar que, en ámbito del transporte de pasajeros, el Artículo 256, enmarca este servicio en desplazamientos que tienen origen y destino dentro de un mismo municipio bajo una autorización municipal según los procesos y procedimiento propios de las entidades municipales. Asimismo, el Artículo 258, indica que la autoridad competente municipal deberá planificar el servicio público de transporte urbano de pasajeros de acuerdo a: los planes de reordenamiento vial, el crecimiento de la demanda, la disminución de la congestión vial, entre otros criterios de eficiencia.

Sin duda, esta norma es uno de los hitos más importantes en la presente década puesto que ha promovido que los gobiernos subnacionales asuman con mayor



responsabilidad y entusiasmo las transformaciones necesarias en el transporte urbano considerando las particularidades de cada ciudad.

No obstante, el nivel central del Estado Plurinacional de Bolivia, no ha nombrado una autoridad competente en el ámbito del transporte urbano, según lo que indica el Artículo 17 de la Ley 165, ni ha ejercido las competencias exclusivas definidas en el artículo 20 de la mencionada Ley que dice textualmente "Formular y aprobar las políticas estatales, incluyendo las referidas a la infraestructura en todas las modalidades de transporte" ni ha avanzado en el desarrollo del Plan Nacional de Transporte<sup>23</sup>.

#### **4.4 REGULACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO POR LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS MUNICIPALES**

##### **4.4.1 Gobierno Autónomo Municipal de La Paz**

Como se mencionó en los párrafos precedentes, el 18 de abril de 2012, el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz emitió la "Ley Municipal N° 15 de Transporte y Tránsito Urbano"<sup>24</sup>, la cual se constituyó en una norma pionera en el ámbito de la movilidad urbana, el ordenamiento del tráfico vehicular y en la regulación y fiscalización de los operadores de transporte.

El proceso de concertación ciudadana para la aprobación de esta Ley fue de más de dos años así, para garantizar la participación ciudadana en el desarrollo de la Ley Municipal N° 15 se realizaron dos eventos de transporte que contaron con la participación de los distintos sectores sociales, económicos y empresariales de la ciudad. La "I Cumbre Social por un mejor transporte para La Paz", realizada en marzo de 2011, permitió establecer los lineamientos generales del proyecto de Ley Municipal de Transporte y Tránsito Urbano. En la "II Cumbre Social por un mejor transporte para La Paz", efectuada en marzo de 2012, se aprobó el mencionado proyecto de Ley Municipal en presencia de los sectores interesados, ciudadanía en general y diversos entes colegiados de la ciudad.

Sobre los aspectos operativos la Ley Municipal 15, en su artículo 11 conforma la Autoridad Municipal de Transporte y Tránsito (AMTT), hecho que se constituye un verdadero hito en la gestión municipal puesto que el Municipio de La Paz fue el primero en establecer esta entidad otorgándole funciones regulatorias, de fiscalización y control, así como de planificación de la movilidad en la urbe. Como ya se mencionó, la Secretaría de Municipal de Movilidad y sus diferentes direcciones constituyen la AMTT.

Las principales atribuciones de la Secretaría de Municipal de Movilidad son: la formulación de planes, programas y proyectos en materia de movilidad, manteniendo coherencia con la política sectorial del nivel central del Estado, la planificación, administración, regulación y supervisión del Sistema de Movilidad

---

<sup>23</sup> El equipo consultor ha analizado el organigrama del Viceministerio de Transporte, entidad dependiente del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, y ha verificado que no existe un ente operativo vinculado al desarrollo de del transporte urbano de pasajeros.

<sup>24</sup> La Ley 15 fue objeto de diversas modificaciones a lo largo de los últimos años, la versión vigente actualmente se encuentra en el "Texto Ordenado Leyes Autonómicas Nros. 15 – 18- 149 – 167 -199-324 del 18 de marzo de 2020".

Urbana en la jurisdicción del Municipio de La Paz. Asimismo, la AMTT, administra, gestiona, supervisa y controla el Sistema de Movilidad Urbana de La Paz así como el registro único de infraestructura vial, vehículos, conductores, servicios de transporte urbano, accidentes, infracciones y sanciones. Además, de emitir las sanciones definidas en la presente Ley y su reglamentación específica y que incluyen los mecanismos e instrumentos sancionatorios, entre otros.

En cuanto a la planificación de la movilidad, la elaboración del Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS), están definidos en artículo 13 de la citada norma, donde destaca el aporte decidido al transporte no motorizado "Con el fin de priorizar el desplazamiento peatonal, en bicicleta, en sistemas de transporte público masivo o en otros medios no contaminantes, promoviendo una ciudad orientada al peatón, con escala humana" y a la preservación del medioambiente "El Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable deberá incluir instrumentos y mecanismos para garantizar una movilidad sustentable, mediante la gestión de instrumentos en la materia, tales como: cargos por congestión o restricciones a la circulación vehicular en zonas determinadas; infraestructura peatonal, ciclista o de pacificación de tránsito (medidas de tráfico calmado); sistemas integrados de transporte; zonas de bajas o nulas emisiones; cargos y prohibiciones por estacionamiento en vía pública; estímulos a vehículos con baja o nula contaminación; restricciones a la circulación para vehículos de carga y vehículos con menos de tres pasajeros, entre otros". La elaboración de este instrumento de planificación está a cargo de la Autoridad Municipal de Transporte y Tránsito, entidad encargada además de coordinación con la Policía Boliviana en la regulación del tráfico.

Sobre la regulación de los servicios públicos, la Autoridad Municipal de Transporte y Tránsito, es la encargada de emitir la autorización o permiso municipal correspondiente además de imponer las sanciones a los operadores y conductores de los servicios público de transporte urbano además de vigilar el cumplimiento de las condiciones de la prestación del servicio de transporte urbano. Los artículos 57 y 58 de la Ley 15, definen derechos, respectivamente, los derechos y obligaciones de los operadores y los artículos 88 – 115 determinan el régimen sancionatorio<sup>25</sup>.

El Servicio de Transporte Municipal, en el Municipio de La Paz, fue establecido mediante Ordenanza Municipal N° 416/2012 de 5 de septiembre de 2012, como una instancia organizacional desconcentrada, con independencia técnica y operativa. Esta instancia, presta servicio de transporte automotor público urbano de pasajeros bajo principios de eficiencia, accesibilidad, calidad, universalidad y seguridad, a fin de satisfacer las necesidades de la ciudadanía.

El marco normativo, para la puesta en marcha del servicio prestado por La Paz Bus, fue definido en la Ley Autonómica municipal N° 71 del 25 de abril de 2014, cuya base jurídica está establecido en la Constitución Política del Estado en el artículo 302, parágrafo I numeral 18 ha dispuesto como competencia exclusiva

---

<sup>25</sup> El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz cuenta con el "Reglamento Municipal de Servicio Público de Transporte Colectivo de Pasajeros, Rutas y Recorridos" que detalla los aspectos operativos relevantes en el transporte urbano.

de los Gobiernos Autónomos Municipales el "Transporte Urbano, registro de propiedad automotor, ordenamiento y educación vial, administración y control del tránsito urbano" y en el artículo 76 de la misma del mencionado cuerpo jurídico que establece que: "El Estado garantiza el acceso a un sistema de transporte integral en sus diversas modalidades. La ley determinará que el sistema de transporte sea eficiente y eficaz, y que genere beneficios a los usuarios y a los proveedores".

Asimismo, la Ley General de Transporte N° 165 señala en el artículo 73 que: "El servicio de Transporte, es la actividad mediante la cual el Estado satisface por sí o a través de privados, las necesidades de movilización o traslado de personas y de cosas que se ofrece al público en general, mediante el pago de una retribución". De igual manera el artículo 75 de la referida norma señala que: "El servicio de transporte público, se define como aquel que tiene como propósito general satisfacer las necesidades que originan prestaciones dirigidas a las usuarias y los usuarios individualmente o en su conjunto, que son de interés público y sirven al bien común; comprende las unidades de transporte en que las usuarias y los usuarios no son los propietarios de los mismos, siendo prestados comercialmente por terceros y pueden ser suministrados tanto por instituciones públicas y privadas".

En el ámbito propio del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, la Ley Municipal Autonómica de Transporte y Transito Urbano N° 15, señala que: "El Servicio Público de Transporte Urbano es la actividad por la cual se satisface la necesidad colectiva de movilizar pasajeros y/ o carga, en rutas y recorridos autorizados, a través de operadores que se ofrece bajo estándares de, calidad y seguridad, en forma continua, uniforme, regular, permanente e ininterrumpida a persona indeterminada o a la población en general, mediante los medios de transporte, previo pago de una tarifa". De igual manera el operador es la persona natural o jurídica, privada o pública autorizada, que presta el servicio público de transporte urbano de pasajeros<sup>26</sup>.

El artículo 6. de la mencionada norma referido al operador del servicio público municipal establece que "El Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros es potestad exclusiva del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, pudiendo ser prestado por sí, en forma directa a través del SETRAM o por un tercero a su nombre mediante concesión o autorización"; mientras que el Artículo 7. Define las características del servicio como: las rutas, el material rodante, infraestructura en las paradas, el sistema de recaudo entre otros que hacen al servicio.

El Artículo 10, define el Régimen Tarifario del Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros, el cual se regirá por lo dispuesto en el Reglamento para el Cálculo de Tarifas del Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros. En cuanto a la coordinación para la prestación del servicio, el Artículo 12. Indica que "El Operador del Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros para la prestación del

---

<sup>26</sup> Tomado de la Ley Autonómica municipal N° 71 del 25 de abril de 2014.

mismo, podrá implementar mecanismos de coordinación intrainstitucional e intrainstitucional público y privados para el eficiente desarrollo del servicio y efectivo monitoreo de la aplicación de procedimientos...”

El Artículo 13, define los componentes del sistema que el Operador deberá implementar y ejecutar en forma progresiva: Sistema de Recaudo, Sistema de Operación del Servicio, Sistema del Servicio de Atención Ciudadana, Sistema de Mantenimiento, Sistema de Prevención de Contingencias y Sistema de Gestión del Talento Humano.

#### **4.4.2 Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra**

Como ya se mencionó, en abril de 2019, el alcalde de Santa Cruz Ing. Percy Fernández, promulgó la “Ley Autonómica Municipal de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura” N° 1216<sup>27</sup>. Esta norma es una de las más importantes en la temática de desarrollo urbano en la ciudad de Santa Cruz, puesto que no solo se trata de una Ley específica para la movilidad sostenible sino, que es una ley integral vinculada al desarrollo de infraestructura, a la planificación urbana y territorial, así como a la preservación y mitigación de los impactos medioambientales del transporte (Artículo 6 parágrafo III).

En términos de estructura organizacional, destaca la institucionalidad para el transporte y los diversos niveles de coordinación; el establecimiento de los instrumentos de planificación sectorial para la movilidad; y los elementos de regulación del transporte público urbano.

Uno de los elementos innovadores de la Ley 1216, es la definición de la Secretaría de Movilidad Urbana como ente encargado de la planificación, regulación, autorización, control, supervisión, ejecución y sanción (Artículo 7) con el apoyo operativo de los Agentes Viales (Artículo 8). Otro aspecto destacado, consiste en que los necesarios niveles de coordinación en materia de tráfico urbano en particular y de gestión de la movilidad en la ciudad es atribución de este ente municipal. Finalmente, destaca un elemento ausente en otras normas de movilidad municipales, que se refiere al establecimiento del Comité Técnico Consultivo de Movilidad, conformado por la práctica totalidad de las secretarías municipales y órganos de apoyo, además de representantes de entes colegiados (colegio de arquitectos y colegio de ingenieros, la universidad pública, etc.) y representantes de los sindicatos de transporte; dentro de la principales labores de este consejo, se encuentran el asesoramiento y análisis de las propuestas técnicas en materia de movilidad (Artículo 9).

El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz, a través de la Ley Autonómica Municipal de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura, ha establecido los instrumentos de planificación sectorial para la movilidad, siguiendo los lineamientos de la Ley nacional 165. Así el artículo 12, de la Ley municipal 1216,

---

<sup>27</sup> A finales de 2019, los artículos 36 y 55 de la Ley Autonómica Municipal de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura” N° 1216, fueron modificados para facilitar la licitación y posterior concesión del BRT en su Fase I.

en el parágrafo I, referido a los instrumentos de planificación, establece que “las políticas y acciones municipales, en materia de Movilidad están sujetas a los procedimientos en el marco normativo vigente y aplicable; el parágrafo II define que todas las políticas a acciones municipales en cuanto la movilidad en la ciudad, estarán basadas en instrumentos técnicos administrativos y legales como: estudios especializados, estudios de impacto vial, diagnósticos sectoriales, y sobre todo los planes sectoriales específicos en movilidad: Plan de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura PMUSS y el Programa Municipal de Transportes PROMUT. Todos estos instrumentos deben estar en concordancia con el Plan Territorial de Desarrollo Integral PTDI y con el Plan Operativo Anual POA, según lo define el artículo 13 de la mencionada norma.

En los elementos de regulación del transporte público urbano, en Santa Cruz, destaca el artículo 21 de la Ley 1216, el cual realiza una clara definición del transporte urbano distinguiendo, ente el transporte de pasajeros como tal y el transporte de carga. En cuanto al transporte de pasajeros, el parágrafo III del mencionado artículo indica de manera textual que: “...El GAMSC, a través de su instancia técnica, podrá clasificar, registrar, autorizar o concesionar la operación o explotación de una ruta determinada...”, este hecho, esta en concordancia con la clasificación del transporte de pasajeros por su capacidad donde unidades de 60 o más pasajeros son consideradas como transporte masivo sujeto de ser organizadas como BRT (*Bus Rapid Transit* por sus siglas en inglés) transporte y su vínculo con la infraestructura vial de soporte bajo un modelo de concesión. El Artículo 22 define a los operadores de transporte como personas naturales o jurídicas que deben ser necesariamente autorizadas por la autoridad competente municipal en materia de transporte de acuerdo a la normativa vigente. Asimismo, el Artículo 23 de la norma citada, indica que el servicio de transporte público puede ser prestado de manera directa por el Municipio, indirecta, a través de terceros bajo un modelo de concesión o de manera mixta (Asociación público – privada).

La Ley Municipal Autonómica N° 1216, en su Capítulo VI en la Sección I, en sus artículos 44 – 55, establece los lineamientos del Régimen Sancionatorio a través de la definición de las infracciones de los diferentes actores de la movilidad en la ciudad (conductores, peatones y ciclistas). Asimismo, en el artículo 49 se definen las infracciones de los conductores del servicio de transporte público y en el artículo 50 las infracciones de los operadores quienes cumplen un rol muy importante en el ordenamiento de la ciudad. Los artículos 54 y 55 definen las sanciones administrativas y pecuniarias; y los mecanismos de impugnación.

## **4.5 ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA VIGENTE EN BOLIVIA**

### **4.5.1 Tipología de las entidades administrativas**

A partir de la vigencia de la Constitución Política del Estado, se diseña un nuevo modelo de institucionalidad que resalta al Estado Unitario Social de Derecho Plurinacional Comunitario, libre, independiente, soberano, democrático, intercultural, descentralizado y con autonomías. Con relación a la gestión

administrativa de las entidades del Estado y del Gobierno, el 7 de febrero de 2009 se aprueba el Decreto Supremo N° 29894 que regula la estructura, funciones y atribuciones del Órgano Ejecutivo del nivel central del Estado.

A diferencia de otras normas de similar naturaleza y contenido, el DS 29894 no contiene disposiciones expresas que regulen la tipología de las entidades administrativas. Sin embargo, la Disposición Transitoria Séptima de este DS estableció que en un plazo máximo de 30 días se debería emitir un nuevo Decreto Supremo que regule la tuición y dependencia de todas las entidades estatales y de aquellas en las que el Estado tenga participación.

En este sentido, y en cumplimiento a la Disposición Transitoria séptima del DS 29894, el 16 de septiembre de 2009 se aprobó el DS 304 que: a) Definía la naturaleza jurídica, dependencia y tuición de las unidades desconcentradas e instituciones descentralizadas; b) Normaba la delegación y transferencia de atribuciones de las Ministras o Ministros de Estado a las unidades desconcentradas y a las instituciones descentralizadas; y c) Disponía la transición de las instituciones públicas desconcentradas y descentralizadas a la naturaleza, estructura y características, definidas en la presente norma para las unidades desconcentradas e instituciones descentralizadas. Asimismo, en las disposiciones abrogatorias y derogatorias, dispuso la abrogación del DS 28631 de 9 de marzo de 2009, Reglamento a la Ley de Organización del Poder Ejecutivo.

No obstante, el 7 de octubre de 2009 se emite el Decreto Supremo N° 323 que en el párrafo I de su artículo único abroga el DS 304. Asimismo, se determina que las Unidades Desconcentradas e Instituciones Descentralizadas se registrarán por lo establecido en la normativa vigente de funcionamiento previa a la aprobación del Decreto Supremo abrogado, es decir, que la tipología de las entidades administrativas y sus características vuelven a regularse por el DS 28631 de 9 de marzo de 2006.

Consecuentemente, corresponde efectuar una revisión al Reglamento a la Ley de Organización del Poder Ejecutivo del año 2006, el mismo que fue puesto en vigencia por disposición del DS 323. Según el artículo 29 del referido decreto, las instituciones y empresas públicas que conforman el Poder Ejecutivo, por su tipología se clasifican de la siguiente manera:

- a) Instituciones Públicas Desconcentradas.
- b) Instituciones Públicas Descentralizadas.
- c) Instituciones Públicas Autárquicas.
- d) Empresas Públicas.
- e) Sociedades de Economía Mixta.

Considerando las necesidades y características de la actividad de promoción respecto a la implementación de la movilidad eléctrica en Bolivia, nos centraremos en estudiar a las entidades desconcentradas y a las entidades descentralizadas.

#### **4.5.1.1 Entidades desconcentradas**

El Artículo 31 del mencionado Reglamento establece que las instituciones públicas desconcentradas son creadas por decreto supremo, con las siguientes características:

1. Se encuentran bajo dependencia directa del ministro del área y queden tener dependencia funcional de alguna otra autoridad de la estructura central del ministerio.
2. No cuentan con un directorio y el ministro es la máxima autoridad.
3. Su patrimonio pertenece al ministerio del área.
4. No tienen personalidad jurídica propia.
5. Tienen independencia de gestión administrativa, financiera, legal y técnica, sobre la base de la normativa interna del ministerio.
6. Están a cargo de un Director General Ejecutivo que ejerce la representación institucional y tiene nivel de director general de ministerio y es designado mediante resolución ministerial. Define los asuntos de su competencia mediante resoluciones administrativas.

Finalmente, se determina que mediante resolución ministerial y dentro de los límites presupuestarios se podrá establecer unidades desconcentradas para alguna labor específica, como órganos de apoyo, asesoramiento, ejecución y dictamen, determinando sus límites de actuación.

#### **4.5.1.2 Entidades descentralizadas**

Con relación a las entidades descentralizadas, el Artículo 32 de dicho Reglamento dispone que las instituciones públicas descentralizadas deben ser creadas por decreto supremo y su funcionamiento se regula con las siguientes características:

1. Se encuentran bajo tuición del ministro del área.
2. Cuentan con un directorio como máxima instancia de fiscalización y aprobación de planes y normas institucionales sin injerencia directa en la gestión, definiendo los asuntos de su competencia mediante resoluciones de directorio.
3. Tiene patrimonio propio.
4. Son personas jurídicas de derecho público.
5. Tienen autonomía de gestión administrativa, financiera, legal y técnica.

Las entidades descentralizadas están a cargo de un Director General Ejecutivo, quien ejerce la representación institucional y es la Máxima Autoridad Ejecutiva, es designado mediante resolución suprema. Define los asuntos de su competencia mediante resoluciones administrativas.

En este sentido, la diferencia sustancial entre las entidades desconcentradas y descentralizadas está dada por la menor o mayor medida de autonomía de gestión respecto del ente al que pertenece o del cual recibe algún grado de

tuición. La adopción de una u otra tipología depende de los objetivos que se requieran alcanzar a través de la entidad. A través de una entidad descentralizada, al contar con personalidad jurídica y patrimonio propios y autonomía de gestión, podrá tener mayor grado de libertad para la consecución de sus fines, especialmente en lo relacionado a temas administrativos y financieros, en tanto que una entidad desconcentrada tendrá mayores limitaciones por su relación de dependencia de la entidad al cual pertenece, al carecer de personería jurídica propia y autonomía de gestión, estará supeditada a la dinámica generada con la Máxima Autoridad Ejecutiva del ministerio al que pertenezca.

#### **4.5.2 Modalidades de coordinación interinstitucional**

Además de la tipología de las entidades administrativas, es importante conocer los diferentes mecanismos de coordinación interinstitucional con que cuenta el sistema administrativo boliviano, como los consejos interinstitucionales conformados por entidades de diferentes sectores, que articulan sus esfuerzos en función a temas que requieren la participación de diferentes áreas.

##### **4.5.2.1 Consejos Interinstitucionales**

Estos consejos se presentan de forma recurrente en la dinámica de la actividad administrativa y en los diferentes niveles de gobierno. En particular, son importantes los consejos permanentes creados para la atención de determinados temas de interés nacional, aunque también se presentan consejos específicos para la atención de temas sectoriales.

Como se tiene dicho, estos consejos no representan la creación de una nueva entidad, no cuenta con personalidad jurídica propia, dado que constituyen instancias administrativas de coordinación y seguimiento a las diferentes funciones y tareas asignadas por el ordenamiento jurídico vigente.

##### **4.5.2.1.1 Consejos Supremos y Nacionales**

Dado que el actual Decreto Supremo N° 29894 que rige la organización del Órgano Ejecutivo no cuenta con regulación específica sobre el funcionamiento de los consejos interinstitucionales, cabe remitirnos al mismo Reglamento de la Ley de Organización del Poder Ejecutivo, aprobado por DS 28631 de 9 de marzo de 2006 que realiza una descripción y regulación específica sobre los Consejos Supremos y Nacionales. Así, el artículo 36 de dicho decreto señala que los Consejos Supremos y Nacionales son órganos superiores de coordinación del Poder Ejecutivo, creados mediante ley o decreto supremo con la finalidad de formular y proponer políticas y normas, así como concertar acciones en temas de carácter prioritario para el Estado. Se establece que los Consejos Supremos y Nacionales estarán presididos por el presidente, quien podrá delegar su conducción al Ministro de Estado que considere pertinente.

##### **4.5.2.1.2 Consejos Interministeriales**

Además de los Consejos Supremos y Nacionales, este Reglamento en su artículo 37 facultó a los ministros de Estado constituir consejos interministeriales para



coordinar y concertar asuntos de competencia concurrente o de responsabilidad compartida. De igual forma, se faculta a los ministerios conformar consejos técnicos ministeriales, presididos por el ministro e integrados por los viceministros, los directores generales, directores de las instancias bajo tuición o dependencia, asesores y funcionarios especialmente convocados, con el objeto de coordinar y concertar estrategias y acciones del ministerio.

En lo que concierne a la temática que nos ocupa en el presente estudio, y dadas las características de la movilidad eléctrica en el sistema de transporte público, de abordaje multisectorial y multinivel, la conformación de un Consejo Interministerial, en los términos expuestos en el párrafo precedente, resultaría conveniente a fin de articular a los sectores involucrados en el desarrollo de la electromovilidad, como los ministerios de Hidrocarburos y Energías, Planificación del Desarrollo, Economía y Finanzas Públicas, Medio Ambiente y Agua, entre otros.

#### **4.5.3 Creación del nuevo Ministerio de Hidrocarburos y Energías**

Luego de la posesión del Presidente Constitucional del Estado Plurinacional de Bolivia, Lic. Luis Arce Catacora, y con la posesión del nuevo gabinete, se delineó la estructura del Órgano Ejecutivo. Es así que en fecha 13 de noviembre de 2020 se emitió el DS N° 4393 que modifica el DS 29894 de Organización del Órgano Ejecutivo, conocido como DOE.

Una de las modificaciones más sobresalientes se encuentra en el parágrafo II del artículo 3 del mencionado decreto, que modificó el Capítulo X del Título III del Decreto Supremo N° 29894, de 7 de febrero de 2009, que a su vez fue modificado por el Decreto Supremo N° 3058, de 22 de enero de 2017.

Según la última modificación, el Ministerio de Energías y el Ministerio de Hidrocarburos creados por DS 3058, fueron fusionados en el nuevo Ministerio de Hidrocarburos y Energías, contando con cinco viceministerios, de acuerdo a la siguiente estructura:

##### **MINISTRA(O) DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍAS**

- Viceministerio de Exploración y Explotación de Hidrocarburos
  - Dirección General de Exploración y Explotación de Hidrocarburos
  - Dirección General de Producción, Recaudación e Incentivos
- Viceministerio de Industrialización, Comercialización, Transporte y Almacenaje de Hidrocarburos
  - Dirección General de Industrialización y Refinación
  - Dirección General de Comercialización, Transporte y Almacenaje
- Viceministerio de Planificación y Desarrollo Energético
  - Dirección General de Gestión Socio Ambiental
  - Dirección General de Planificación y Desarrollo Energético
- Viceministerio de Altas Tecnologías Energéticas (Litio, Energía Nuclear)

- Dirección General de Litio
- Dirección General de Energía Nuclear
- Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas
  - Dirección General de Electricidad
  - Dirección General de Energías Alternativas

Entre las atribuciones más relevantes y relacionadas a la eficiencia energética, el artículo 58 del DS 29894 modificado por el DS 4393, correspondientes al Ministro de Hidrocarburos y Energías se encuentran:

- Proponer y dirigir la Política Energética del país, promover su desarrollo integral, sustentable y equitativo y garantizar su soberanía.
- Proponer la creación de empresas o entidades, autárquicas, descentralizadas o desconcentradas, para el cumplimiento de la Política Energética del País, en el marco de la Constitución Política del Estado.
- Proponer proyectos de expansión del sector energético a través del aprovechamiento de los recursos naturales renovables, y no renovables, respetando el medio ambiente.
- Coordinar con los gobiernos autónomos departamentales, municipales, regionales e indígena originaria campesina, para la implementación y desarrollo de las políticas energéticas, en el marco de las competencias concurrentes y compartidas.

Con la fusión de las carteras de hidrocarburos y energías, la nueva estructura de este ministerio ha consolidado un Viceministerio de Planificación y Desarrollo Energético, como una instancia transversal a ambos sectores entre cuyas atribuciones sobresale:

- Proponer la planificación integral del sector energético a mediano y largo plazo;
- Proponer las bases y metodología para la planificación energética del país, en coordinación con los viceministerios y entidades dependientes y bajo tuición del ministerio;
- Formular y evaluar la política energética del país, velando por el uso eficiente de nuestros recursos;

Hasta antes de estas modificaciones en la estructura del Órgano Ejecutivo, la separación entre la cartera de hidrocarburos y de energías constituía una limitante para el desarrollo de la institucionalidad adecuada para la implementación de la movilidad eléctrica. Sin embargo, con la nueva organización de ambos sectores fusionados nuevamente en un ministerio, se abren nuevas oportunidades para la configuración de una estructura institucional acorde a los desafíos que implica la incursión en la electromovilidad.

Las sinergias existentes entre ambos sectores, como los objetivos perseguidos en el proyecto (reducción de la subvención a los hidrocarburos líquidos y la

generación de un nuevo segmento de mercado para la distribución de electricidad) ponen de manifiesto la existencia de un interés común a ambos sectores que, al estar bajo la dirección y conducción de una sola cabeza, representa una oportunidad para un adecuado desarrollo institucional.

#### **4.5.4 Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular**

Ingresando al análisis de la estructura institucional existente referida a la implementación de programas orientados a la eficiencia energética dentro del sector de hidrocarburos, corresponde analizar a la Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular (EEC-GNV), entidad que fue creada el 20 de octubre de 2010 mediante Decreto Supremo N° 675 con la finalidad de atender de manera exclusiva y prioritaria la masificación del uso de gas natural vehicular en el mercado interno, como una política de sustitución en el consumo de hidrocarburos líquidos por gas natural por parte del sector de transporte.

Pese a que la parte considerativa del DS 675 concibe a la EEC-GNV como una entidad creada con la finalidad de promover la eficiencia energética a través de la sustitución del consumo de hidrocarburos líquidos por gas natural, el funcionamiento de esta entidad desconcentrada del Ministerio de Hidrocarburos se limitó a la ejecución de los Programas de Conversión a GNV y Mantenimiento de Equipos para GNV, y de Recalificación y Reposición de Cilindros de GNV, y administración de los recursos provenientes del Fondo de Conversión Vehicular a GNV – FCVGNV y del Fondo de Recalificación de Cilindros a GNV – FRCGNV.

Con relación a la estructura de esta entidad, se define la conformación de un Consejo General como instancia de coordinación y participación que tiene por finalidad contribuir en la ejecución de los programas administrados por la entidad. Este consejo está conformado por a) Dos (2) representantes del Ministerio de Hidrocarburos y Energías; b) Un (1) representante de la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH; c) Un (1) representante de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos – YPFB; d) Dos (2) representantes de la Confederación Sindical de Chóferes de Bolivia; y e) Un (1) representante de la Confederación Nacional de Transporte Libre.

De acuerdo a la descripción precedente, la normativa vigente evidencia que el Ministerio de Hidrocarburos y Energías cuenta con la Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular, como una entidad desconcentrada creada con la finalidad de promover la eficiencia energética en el uso de los recursos naturales, ejecutando programas que permitan la sustitución de combustibles líquidos por gas natural. Con base en esta entidad, se pueden realizar reformas orientadas a ampliar las competencias para posibilitar la profundización en el impacto de la eficiencia energética con el empleo de electricidad como sustituto de los combustibles líquidos.

#### **4.6 PROPUESTA DE MARCO INSTITUCIONAL**

Hasta este punto, en los acápite precedentes, se ha realizado una revisión de la normativa y marco institucional existente en la legislación boliviana vinculada

a la implementación de proyectos de movilidad eléctrica, considerando las competencias sectoriales y territoriales que las diferentes entidades asumen en función a lo establecido por el ordenamiento jurídico vigente, con vistas a la formulación de una propuesta de institucionalidad necesaria para los fines del presente estudio.

En este sentido, la estructuración de una nueva entidad acorde a los desafíos que implica la implementación de la movilidad eléctrica en Bolivia y en el marco de las limitaciones normativas del ordenamiento jurídico vigente, debiera considerar los siguientes lineamientos sobre las características y atribuciones necesarias para encarar el desafío de la implementación de la movilidad eléctrica, especialmente en el sector del transporte público.

#### **4.6.1 Características**

##### **4.6.1.1 Entidad descentralizada**

La adopción de esta tipología de entidad, permitirá a la entidad contar con autonomía de gestión administrativa, técnica, económica y legal, además de contar con personalidad jurídica propia. Aunque este tipo de entidades se encuentra bajo tuición de un ministerio cabeza de sector, cuenta con mayor grado de autonomía en la gestión de los fines y funciones asignados por su norma de creación. De acuerdo a la normativa la entidad descentralizada cuenta con un directorio como instancia de fiscalización y de definición de políticas, planes y programas.

##### **4.6.1.2 Perteneciente al sector energético**

Aunque el desarrollo de proyectos sobre movilidad eléctrica involucran a varios sectores y niveles de gobierno, es importante que el liderazgo en la promoción de estos proyectos esté vinculada al sector que presenta mayor interés en su implementación, esto es, al sector responsable de la planificación energética integral (hidrocarburos y electricidad) y de las políticas orientadas a la eficiencia energética, por la trascendencia e impacto de los resultados del presente estudio, traducidos en la reducción de la subvención a los hidrocarburos líquidos (Diésel Oíl), la apertura de un mercado potencial de nuevos consumidores de Distribución de electricidad (Transporte público), entre otros.

##### **4.6.1.3 Perteneciente al nivel central de gobierno**

Al igual que en el caso anterior, se ha podido evidenciar que el desarrollo de la movilidad eléctrica compete e interesa a diferentes sectores y niveles de gobierno. Aunque la configuración ideal para llevar adelante las tareas vinculadas a la movilidad eléctrica debiera considerar un organismo multinivel, con participación del nivel central y del nivel local, traducido en los gobiernos municipales competentes en materia de transporte público, los principios de organización administrativa como la unicidad, jerarquía y funcionalidad administrativa aconsejan que el liderazgo sea encarado por uno de los niveles con participación de los otros. En este caso, y dado que el desarrollo de la movilidad eléctrica es de interés nacional por la repercusión en la reducción de

la subvención a los hidrocarburos líquidos y la planificación sobre el uso eficiente de los recursos naturales es competencia del nivel central, es aconsejable que la entidad de promoción de la movilidad eléctrica pertenezca al nivel central de gobierno, y que permita un grado de participación de representantes de los niveles locales.

#### **4.6.1.4 Directorio o Consejo**

En el entendido de los conceptos expuestos precedentemente, y asumiendo que el Director Ejecutivo, como Máxima Autoridad Ejecutiva de la entidad, pertenecerá al nivel central y al sector energético, y dado el carácter multinivel y multisectorial del desarrollo de la movilidad eléctrica, es necesario contar con una instancia de coordinación y planificación interinstitucional con la participación de representantes de los gobiernos municipales, así como de los ministerios involucrados en la temática, asimismo, podría considerarse la participación de representantes del transporte sindicalizado. A título enunciativo y no limitativo se puede mencionar a las siguientes instituciones:

- Ministerio de Hidrocarburos y Energías.
- Ministerio de Planificación del Desarrollo.
- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Viceministerio de Transporte.
- Empresas públicas de transporte público masivo.
- Gobiernos Autónomos Municipales que cuenten con proyectos de transporte masivo.
- Confederación de Chóferes de Bolivia.

#### **4.6.2 Atribuciones**

Sobre las atribuciones de esta nueva entidad, además de las que actualmente tiene por su condición de entidad ejecutora del Programa de Conversión a GNV, en lo relacionado a la promoción de la eficiencia energética

- Proponer y ejecutar acciones orientadas a promover la eficiencia energética en el transporte y el mejor aprovechamiento de los hidrocarburos y el litio.
- Desarrollar acciones tendientes a la profundización del cambio de la matriz energética en el sector transporte, a través de la sustitución del consumo de combustibles líquidos en el mercado interno, con la masificación del gas natural, la incursión de la electromovilidad y uso de otros combustibles más amigables con el medio ambiente.
- Desarrollar estudios orientados a identificar el impacto de la implementación de nuevas tecnologías como sustitutos de combustibles líquidos.

- Coadyuvar en la gestión de financiamiento de programas vinculados a la sustitución de combustibles líquidos, como el uso del GNV y la electromovilidad.
- Elaborar e implementar, en coordinación con las instancias nacionales competentes, la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica.
- Coordinar y articular las acciones de las diferentes entidades públicas y privadas, del nivel central y de los gobiernos municipales, vinculadas al desarrollo de la movilidad eléctrica, en el marco de sus competencias.

#### **4.6.3 Propuesta de adecuación institucional**

Tomando en cuenta los recientes lineamientos emitidos por el gobierno nacional sobre la austeridad en la gestión de gobierno que inició el 8 de noviembre, así como las limitaciones establecidas por el ordenamiento jurídico vigente sobre los principios de eficiencia administrativa, se debe considerar que la creación de una entidad descentralizada no debería generar un incremento sustancial del gasto corriente para sostener el aparato administrativo que ello implica, esto es, la creación de ítems para el nuevo personal (ejecutivo, técnico y administrativo), los gastos administrativos de funcionamiento y equipamiento necesario, entre otros.

Por estas razones, es recomendable adaptar una entidad existente a los nuevos requerimientos, configurando su estructura y funciones a las necesidades propias del desarrollo de la movilidad eléctrica. Concretamente, resulta más eficiente desde el punto de vista administrativo y económico reconfigurar la tipología de la actual Entidad Ejecutora de Conversión a GNV y ampliar sus competencias que crear una nueva entidad, dado que, por las características ya señaladas en puntos precedentes, esta entidad ha sido creada con la finalidad de lograr el cambio de la matriz energética y la sustitución del consumo de hidrocarburos líquidos con vistas a maximizar la eficiencia energética, aspectos que coinciden con los objetivos identificados por el equipo consultor para el desarrollo de la movilidad eléctrica en Bolivia.

A tal efecto, a fin de viabilizar la adecuación de la Entidad Ejecutora de Conversión a GNV a la Agencia de Promoción de la Eficiencia Energética en el Transporte, es necesario elaborar un proyecto de Decreto Supremo modificadorio del DS 675 que determine la creación de esta entidad, con las características y atribuciones establecidas en los puntos precedentes.

#### **4.7 ESTUDIO DE LEGISLACIÓN COMPARADA DE UN CASO REGIONAL EN EL ÁMBITO DE LA PROMOCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA CHILE**

En el ámbito latinoamericano, el modelo chileno es uno de los referentes en la región respecto a los avances de la movilidad eléctrica. El modelo institucional aplicado, articula los esfuerzos y participación de actores públicos y privados, y tiene a la cabeza de la planificación y desarrollo del sector del transporte a una entidad perteneciente al gobierno de Chile, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

#### **4.7.1 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT)**

La actividad de transporte de pasajeros y su regulación como servicio público está normado por un conjunto de disposiciones normativas, entre las que cabe destacar a la Ley N°18.696 y la Ley N°18.059, que establecen el marco regulatorio que permite al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), intervenir y regular, con amplias potestades, el transporte público provisto por las vías, calles y caminos de Chile.

De acuerdo a información de su Página Web oficial<sup>28</sup>, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile fue creado mediante el Decreto Ley N° 557, publicado en el Diario Oficial el 10 de julio de 1974. El MTT tiene como principales funciones el proponer las políticas nacionales en materias de transportes y telecomunicaciones; ejercer la dirección y control de su puesta en práctica; supervisar las empresas públicas y privadas que operen medios de transportes y comunicaciones en el país, y coordinar y promover el desarrollo de estas actividades y controlar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas pertinentes. Dentro de su estructura organizacional, el MTT cuenta con la Subsecretaría de Transportes, la Subsecretaría de Telecomunicaciones y la Junta Aeronáutica Civil (JAC).

De acuerdo al artículo 3° de la Ley N°18.696, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, tiene la facultad de disponer el uso de las vías para determinados tipos de vehículos o servicios, mediante procedimientos de licitación pública, para el funcionamiento del sistema de transporte de pasajeros.

#### **4.7.2 Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM)**

Mediante Instructivo Presidencia N° 1 de 7 de abril de 2003, el gobierno chileno creó el Comité de Ministros para el Transporte Urbano de la ciudad de Santiago con la finalidad de articular, coordinar y hacer seguimiento de las acciones, programas y medidas del Plan de Transporte Urbano para la Ciudad de Santiago. Posteriormente, el 16 de abril de 2013 se crea el Directorio de Transporte Público Metropolitano, a través del Instructivo Presidencial N° 2, que en realidad cambia de denominación al Comité de Ministros para el Transporte Urbano de la ciudad de Santiago.

##### **Miembros del DTPM<sup>29</sup>:**

- Ministro de Transportes y Telecomunicaciones, en calidad de presidente del Directorio.
- Ministro de Vivienda y Urbanismos, en calidad de vicepresidente.

---

<sup>28</sup> Extraído de la Página web oficial del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, consultado en fecha 19 de noviembre de 2020 en el siguiente enlace: <https://www.mtt.gob.cl/resenainstitucional#:~:text=Tiene%20como%20principales%20funciones%20proponer,t ransportes%20y%20comunicaciones%20en%20el>

<sup>29</sup> La composición del Directorio de Transporte Público Metropolitano fue definida por el Instructivo Presidencial N° 1, y modificada por otros instrumentos similares posteriores. La lista de miembros enunciada en el presente documento, fue extraída del Instructivo Presidencial N° 5, de 30 de diciembre de 2014.

- Ministro de Obras Públicas.
- Intendente de la Región Metropolitana.

#### **Invitados permanentes:**

- Subsecretario de Transportes.
- Subsecretario de Bienes Nacionales.
- Jefe de la División de Planificación y Desarrollo de la Subsecretaría de Transportes.
- Presidente de Metro S.A.
- Presidente de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

#### **Funciones del DTPM<sup>30</sup>:**

- Proponer a las autoridades del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones estudios, planes de licitación de transporte público y las condiciones administrativas, económicas y financieras de dichas licitaciones.
- Coordinar los procesos de licitación de vías y la contratación de los servicios de transporte público, así como la revisión de especificaciones y contratos respecto de los servicios complementarios.
- Supervisar los contratos, participar en instancias de estudios, análisis y mejoramiento del transporte público.
- Servir de instancia de coordinación para las autoridades y organismos involucrados en la definición y ejecución de los programas, planes y medidas aplicadas al Sistema de Transporte Público de la ciudad de Santiago.
- Revisar, actualizar y renovar el Plan Maestro de Infraestructura de Transporte Público, y coordinar la ejecución de las obras contenidas en dicho plan por parte de los organismos ejecutores, y ejecutar obras públicas menores de transporte público.
- Velar por la correcta operación del Sistema, a través del seguimiento de las metas y plazos que se definan para la ejecución de sus programas, planes y medidas.
- Establecer vínculos de coordinación y colaboración con organismos públicos y privados, nacionales, extranjeros o internacionales, que desarrollan actividades en el ámbito del transporte público de pasajeros.
- Evaluar la normativa vigente y proponer los cambios legales y reglamentarios que resulten necesarios para la creación de una

---

<sup>30</sup> Extraído de la Página web oficial del Directorio del transporte Público Metropolitano, consultado en fecha 19 de noviembre de 2020 en el siguiente enlace: <http://www.dtpm.cl/index.php/homepage/directorio-de-transporte-publico>



institucionalidad que vele en forma permanente por una adecuada prestación de los servicios de transporte público en la región Metropolitana.

#### **4.7.3 Inclusión de lotes de buses eléctricos en procesos de licitación.**

Conforme los lineamientos contenidos en el documento "Contenido Esencial de Vías 2018" y el "Eje Estratégico 2" de la Estrategia Nacional de Electromovilidad chilena, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones lanzó la licitación para el Servicio Complementario de Provisión de Flota que incluyó 3 lotes de buses con sistema de propulsión eléctrico, a través de la Resolución N° 13 de 21 de febrero de 2019 que aprueba las Bases de Licitación Pública para la Prestación del Servicio Complementario de Suministro de Buses para el Sistema de Transporte Público de la Provincia de Santiago y las Comunas de San Bernardo y Puente Alto.

De acuerdo a este proceso, la licitación comprendía 12 lotes de buses, considerando los distintos sistemas de propulsión (diésel, gas, electricidad u otro) de los cuales 3 de ellos corresponden a sistemas de propulsión eléctrico, es decir, lotes conformados por buses eléctricos (lotes: A-e; B2-e y C2-e). De acuerdo a los términos expresados en la licitación, el número máximo de buses a ofertar o el mínimo a requerir es de 300 a 10 para el lote A-e; 1370 a 50 para el lote B2-e; y de 360 a 15 para el lote C2-e.

Con este proceso de licitación, tanto el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones como el Directorio de Transporte Público Metropolitano, dieron cumplimiento a la Estrategia Nacional de Electromovilidad con la incorporación de buses eléctricos en la flota de buses del Sistema de Transporte de Pasajeros chileno.

## **5 INTRODUCCIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS EN LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE LA PAZ BUS Y BRT SANTA CRUZ**

La experiencia internacional en materia de movilidad eléctrica en el ámbito del transporte urbano muestra que son necesarios realizar una serie de estudios previos para la implantación exitosa de buses de alta capacidad con tecnología eléctrica. No obstante, es fundamental que se realicen proyectos piloto para la obtención de información primaria sobre el rendimiento de los buses eléctricos en diversas condiciones de operación.

En el contexto de este estudio, se entiende como proyecto piloto a la introducción de buses eléctricos en calidad de prueba en la operativa de los sistemas de transporte existentes en Bolivia. Los proyectos piloto, permiten tener certeza sobre las condiciones de funcionamiento definidas por la topografía de la ciudad (pendientes, ángulos de giro, etc.), por la configuración de la misma (existencia de cascos históricos, densidad, nodos generadores de viaje) o por las condiciones climatológicas y de altitud que afectan de manera sustancial al rendimiento de los vehículos.

Debido a que las condiciones organizacionales de transporte urbano, pueden garantizar el éxito de las pruebas realizadas, no solo en términos técnico y operativos, sino en la capacidad de otorgar continuidad a las pruebas en diversas condiciones de operación es que se ha visto por conveniente considerar a los sistemas formales de transporte urbano por bus existentes en las ciudades de La Paz y Santa Cruz. En consecuencia, no se ha considerado plantear que los proyectos piloto se realicen en los servicios tradicionales de transporte caracterizados por la informalidad, la baja profesionalización y la miniaturización de las unidades de transporte.

### **5.1 LA PAZ BUS<sup>31</sup>**

El Servicio de Transporte Municipal (SETRAM) dependiente del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, es una entidad desconcentrada, que está a cargo del Sistema La Paz Bus en el marco del servicio municipal de transporte definido en la normativa vigente en el ámbito municipal. El Sistema La Paz Bus, tiene planificado operar bajo el esquema de Bus Rapid Transit (BRT) en el futuro, en la medida en que las condiciones institucionales y de financiamiento sean propicias para las importantes inversiones requeridas.

El origen de esta propuesta data de 2004, año en el cual el Banco Interamericano de Desarrollo – BID<sup>32</sup>, impulsó el estudio “Modernización del Transporte Público en el Área Metropolitana de La Paz”, que propuso la implementación de un sistema de transporte público con infraestructura dedicada y buses de alta capacidad, en el eje principal de la ciudad uniendo el sur y centro de la sede de gobierno con la ciudad de El Alto. Un sistema BRT,

---

<sup>31</sup> Este apartado fue desarrollado en base a información secundaria puesto que las solicitudes de información dirigidas al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, no fueron atendidas.

<sup>32</sup> En 2011, el BID financió el estudio “Actualización de Demanda de Transporte, diseño operacional y escenarios del Sistema Integrado de Transporte Metropolitano” que ratifica las propuestas de 2004.

dependiendo de su diseño<sup>33</sup>, además de los buses de alta capacidad de los ejes principales (más de 200 pasajeros por unidad de transporte), requiere de buses de mediana y baja capacidad (buses alimentadores con capacidades que oscilan entre 50 y 150 pasajeros) para aglutinar la demanda haciendo del sistema más eficiente, concentrando a los pasajeros en estaciones intermedias.

Las autoridades municipales de La Paz, definieron en 2013 que como primera fase del sistema La Paz Bus se implantaría el servicio PumaKatari, atendiendo la demanda de transporte de los ciudadanos que cuentan con un servicio de transporte público deficiente, residen en las laderas y en las zonas alejadas de la ciudad. El servicio, definido conceptualmente como un "sistema alimentador" del futuro BRT del área metropolitana de La Paz, fue inaugurado en febrero de 2014, con cuatro rutas con 61 buses, y fue ampliado en 2016 con tres rutas adicionales con 80 buses; en julio de 2019, se presentó una nueva flota de buses más pequeños bajo el denominativo de buses ChikiTiti (39 unidades) además de otras unidades similares a las inicialmente utilizadas.

Los lamentables hechos ocurridos en noviembre de 2019, (en un contexto social desbocado, el vacío de poder y la renuncia de Evo Morales, presidente en aquel entonces), con la quema de 64 buses y el destrozo casi completo de otros dos (66 buses en total), en los patios y talleres del sistema de transporte municipal ubicados en la zona de Kupillani al sur de la ciudad, impidieron la ampliación del sistema en rutas adicionales previstas. En este marco, los buses nuevos que arribaron al país a mediados de 2019, fueron destinados a restablecer los servicios existentes hasta que la compañía de seguros reponga el material rodante destrozado, hecho previsto para fines del presente año<sup>34</sup>.

### **5.1.1 Tipo de buses en servicio actual**

Dentro de las diversas características técnicas de los buses que prestan los servicios de transporte en el Sistema de Transporte Municipal en La Paz, destaca que se trata de buses fabricados por King Long, empresa china de amplia experiencia en la fabricación de buses de transporte a nivel mundial. Asimismo, son buses a diésel que cumplen con la norma Euro III de emisión de gases contaminantes, con motores de alta potencia y torque.

En cuanto a las dimensiones, es posible afirmar que se trata de buses de media capacidad (60 pasajeros los buses Pumakatari y 55 pasajeros los buses Chikititi), diseñados específicamente para las condiciones de altura y topografía de la ciudad (fuertes pendientes y vías estrechas) por parte del fabricante, de acuerdo a las especificaciones técnicas emitidas por el Municipio de La Paz.

---

<sup>33</sup> Véase la presentación de German Bussi en el I Congreso On Line de Movilidad Urbana Sostenible COMUS 2020, denominada "Corredores BRT, la experiencia Argentina" de abril de este año.

<sup>34</sup> El 15 de septiembre de la presente gestión, se anunció la licitación para reposición de los buses siniestrados. <https://www.paginasiete.bo/sociedad/2020/9/15/presentan-licitacion-para-reponer-los-66-pumakatari-quemados-en-noviembre-268170.html>

Cabe destacar que los servicios al usuario y la comodidad<sup>35</sup> en el viaje prestados por el SETRAM, no se comparan con lo ofrecido por el transporte tradicional caracterizado por unidades pequeñas y antiguas, puesto que cuenta con internet a bordo, sistemas de información entre otros aspectos relevantes como condiciones de acceso para las personas con discapacidad motriz y espacios reservados para mujeres embarazadas, niños pequeños y adultos mayores.

Los siguientes esquemas muestran las características de los buses en servicio.

**Figura 28: Características de los buses Pumakatari**



Fuente: Elaboración propia en base a información de <http://www.lapazbus.bo>

Un aspecto interesante de estos buses, consiste en que prestarán servicios de transporte en las laderas de la ciudad, en zonas caracterizadas por una pésima capacidad de servicio por parte de los sindicatos de transporte y ampliamente necesitadas de servicios de calidad.

<sup>35</sup> La capacidad real de los buses "alimentadores" de La Paz Bus oscila entre 80 y 90 pasajeros, pero para implantar el sistema de cobro de pasajes a bordo y otorgar mayor comodidad a los usuarios, ésta fue limitada a 60 pasajeros.

**Figura 29 Características de los buses Chikiti**



Fuente: Elaboración propia en base a información de <http://www.lapazbus.bo>

### 5.1.2 Rutas existentes

El servicio que presta La Paz Bus, consiste en la operación de diversas rutas que parten del centro paceño y cubren gran parte de los diferentes distritos del Municipio. En la primera fase del servicio (2014), iniciaron operaciones 60 buses en tres rutas: Inca Llojeta -Parque Urbano central (PUC), Villa Salome – PUC, y Chasquipampa – PUC. En mayo de 2016, se inauguró la ruta Caja Ferriviaria – PUC mientras que, en 2019, se inauguraron tres rutas adicionales: en julio se inauguró la ruta integradora (una ruta que comprende varias paradas de otras líneas de buses municipales y estaciones de teleférico), y en agosto, se inauguraron las rutas Achumani – PUC, además de Irpavi – PUC.

El siguiente cuadro muestra, los detalles técnicos de las rutas.

**Tabla 8 Servicio La Paz Bus - Rutas**

N	Ruta	Distancia Ida - vuelta	Paradas	Tiempo de recorrido
1	Villa Salome – PUC	35 Km	44 22 ida 22 vuelta	2 horas 30 min
2	Chasquipampa – PUC	45 Km	51 26 ida 25 vuelta	2 horas 30 min
3	Irpavi II	35 Km	62 31 ida 31 vuelta	2 horas 30 min
4	Caja Ferroviaria – Plaza Alonso de Mendoza	18 Km	18 9 ida 9 vuelta	1 hora 30 min
5	Inca Llojeta – PUC	17 Km	32 16 ida 16 vuelta	1 hora 20 min
6	Achumani – San Pedro	32 Km	56 16 ida 16 vuelta	2 horas 30 min

7	Interintegradora	36 Km	105 52 ida 53 vuelta	2 horas 30 min
---	------------------	-------	----------------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia en base a información de <http://www.lapazbus.bo>

En cuanto a la frecuencia prevista, ésta varía en función a las horas de día en cada ruta, no obstante, dadas las características operacionales y las condiciones de circulación de la ciudad, es posible afirmar que los horarios y frecuencias tienen un comportamiento similar en todo el sistema. En horas, pico (en la mañana de 07.00 a 09.00, a medio día de 12.30 a 14.30 y por la noche de 18.30 a 20.30) cada 5 o 10 minutos; en hora valle (en la mañana de 09.00 a 12.30, y por la tarde de 14.30 a 18.30) cada 10 a 15 minutos y en horario nocturno, de 20.30 a 22.30, cada 30 minutos.

En cuanto a las tarifas, existen pagos diferenciados por horario, tipo de cliente y usuario de la tarjeta inteligente. Tarifa con tarjeta: diurna Bs 2.3, nocturna Bs 3; pago en efectivo: diurna Bs. 2.5, nocturna Bs. 3; tarifa preferencial, diurna Bs. 1.5, nocturna Bs 3; tarifa universitaria, diurna Bs.1.8 y nocturna Bs. 3. Niños menores de 6 años no pagan pasaje en cualquier horario del día. Para la estimación de los ingresos, en el análisis económico – financiero que se presenta posteriormente, se recurrió a tarifas promedio por segmento de usuario

### 5.1.3 Plan de expansión

El Plan Integral “La Paz 2040: La Paz que Queremos” <sup>36</sup>, es un instrumento de gestión de la ciudad del Gobierno Municipal de La Paz, este instrumento, se constituye en el primer Plan Municipal a largo plazo del Municipio de La Paz y fue instituido para dar continuidad a los planes de desarrollo municipal, vigentes hasta 2015.

El Plan 2040, pretende ser integral puesto que busca vincular la planificación y ordenamiento del territorio con el desarrollo humano, socioeconómico, ambiental e institucional de la ciudad de La Paz. Asimismo, la movilidad sostenible, constituye la línea de acción del eje 3, denominada “La Paz Viva Dinámica y Ordenada” que incluye además al desarrollo Territorial y a la construcción de un hábitat y vivienda y Hábitat, dignas.

Respecto a la movilidad, el documento plantea como política de desarrollo: “Infraestructura y servicio de transporte y movilidad ordenada, jerarquizada y diferenciada, de cobertura total, amigable con el medio ambiente, segura, inclusiva y humana”. En lo concreto, cita una serie de proyectos donde se menciona, de manera general, a La Paz Bus, en el componente: “transporte, accesible, seguro y eficiente”.

Sobre la expansión del actual servicio de La Paz Bus, múltiples documentos citan que próximamente, se establecerá un sistema troncal de Bus Rapid Transit (BRT) en la ciudad<sup>37</sup>, donde los actuales buses Pumakatari y Chikititi, realizarán tareas de “alimentación” los buses del eje central.

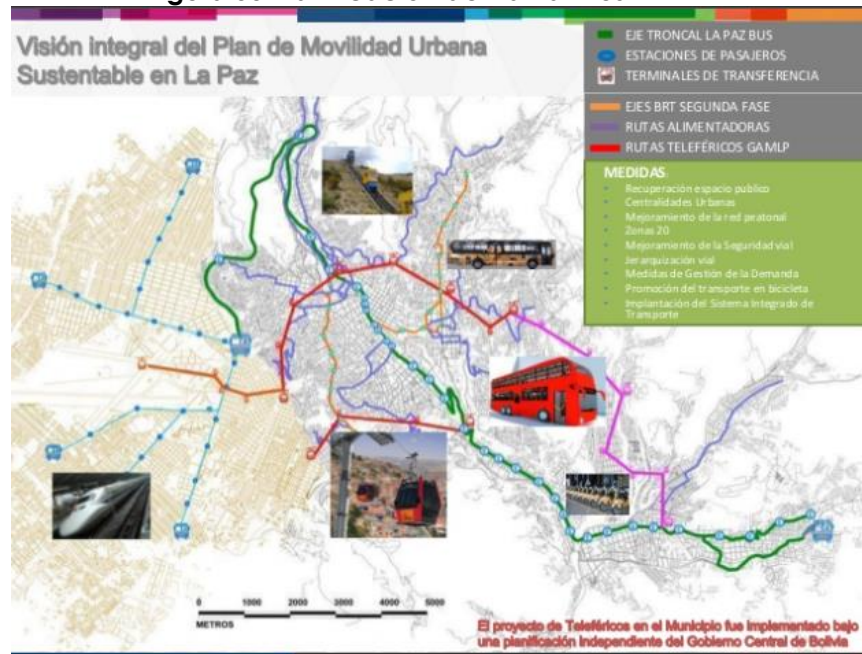
<sup>36</sup> <http://sim.lapaz.bo/nuevocatastro/smpd/planes/2040.pdf>

<sup>37</sup> Véase, por ejemplo: <https://es.slideshare.net/MinAutonomia/transporte-en-la-ciudad-de-la-paz-panel-vi>

Sobre el diseño de esta iniciativa, se prevé que se asumirá la propuesta de Tonishi-SYSTRA realizada en 2004 en el documento: "Modernización del sistema de transporte público en el área metropolitana de La Paz", con ligeras modificaciones.

El gráfico siguiente muestra la mencionada propuesta.

**Figura 30 Planificación del La Paz Bus**



Fuente: <https://www.slideshare.net/sibrt/movilidad-urbana-sustentable-desafos-y-vision-a-futuro-Edward-Sanchez-la-paz-bs>

#### 5.1.4 Potencial de electrificación

El análisis realizado por el equipo consultor de las diversas rutas atendidas por el servicio La Paz Bus actualmente, tanto a través de la información secundaria disponible como las visitas técnicas realizadas, se concluye que existen dos rutas con elevado potencial de electrificación:

- Chasquipampa – Parque Urbano Central (PUC)
- Achumani – San Pedro

Las razones para esta selección se describen a continuación:

- Características topográficas: Se trata de rutas cuyas características de pendiente son aptas para los buses eléctricos denominados "patrón" que solo pueden vencer pendientes máximas de 17% al no contar con ángulos de ataque y salida especialmente diseñados para topográficas similares a las de La Paz. Además, los recorridos de las rutas seleccionadas no presentan cambios de pendiente abruptos lo cual facilitaría el recorrido de los buses eléctricos.
- Integración modal: Las rutas seleccionadas cuentan con amplias posibilidades de integración modal con el servicio de transporte por cable. En el caso de la ruta Chasquipampa – PUC, ésta intersecta con el mencionado servicio en la línea amarilla (curva de Holguín) en Obrajes,

en la estación de la Av. del Poeta con la línea blanca y en la estación de la línea celeste cerca del PUC. Asimismo, la ruta Achumani – San Pedro, se aproxima a la estación de la línea verde en Irpavi, pasa por la línea amarilla (curva de Holguín) en Obrajes, en la Av. Arce pasa por la estación del teleférico en la línea blanca y celeste y culmina muy cerca de la estación de la línea morada en la calle Murillo.

- Alta demanda: Ambas rutas, pueden caracterizarse como “corredores urbanos de alta demanda”<sup>38</sup>, puesto que vinculan las zonas más densas de la ciudad de La Paz, unen nodos de alta demanda de transporte como universidades, parques y centros de ocio, además de contar con amplias posibilidades de integración modal, tal como se describió en el párrafo precedente.

## **5.2 BRT DE SANTA CRUZ<sup>39</sup>**

La Ley Autonómica Municipal N° 1216 "Ley Autonómica Municipal General de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura", define a la Secretaría Municipal de Movilidad Urbana como “Autoridad Competente de la Movilidad” y como la instancia responsable de la “Planificación, Regulación, Autorización, Control, Supervisión, Ejecución y Sanción, en materia de Movilidad”. En concreto, respecto al transporte urbano de pasajeros, esta instancia del gobierno municipal podrá “clasificar, registrar, autorizar o concesionar la operación o explotación de una ruta determinada...”.

En ese marco y en concordancia con la definición de operador de transporte en el artículo 22 –el cual puede ser una persona natural o jurídica –, así como con el artículo 23, de la normativa que indica que el servicio de transporte público puede ser prestado de manera directa por el Municipio, indirecta, a través de terceros bajo un modelo de concesión o de manera mixta, en 2019 se licitó la primera línea de transporte bajo un modelo de concesión.

Asimismo, dentro del marco de la normativa municipal vigente, la Ley Autonómica Municipal N° 1216/19, en su artículo 36, numeral II establece que : “el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz....., suscribirá contratos administrativos de concesión directa con los operadores tradicionales del transporte urbano masivo de pasajeros, para la prestación del servicio de transporte público, previo cumplimiento de requisitos establecidos por la reglamentación”; y del Decreto Municipal 033/19 de 22 de octubre de 2019, el cual único determina aprobar el reglamento especial de Concesiones Administrativas Municipales para el Servicio de Transporte Masivo de Alta Capacidad, el 18 de febrero de 2020, la “Línea 17 y 18 de Transporte Público Masivo Chuturubí Sociedad Civil” fue invitada, previo proceso de licitación a presentar su propuesta según las especificaciones técnicas previamente definidas.

---

<sup>38</sup> El concepto es común en los estudios de transporte urbano, no obstante, se encuentran referencias al respecto en la presentación del Banco Interamericano de Desarrollo – BID, titulada: “La oportunidad del transporte eléctrico” realizada en marzo de este año.

<sup>39</sup> El desarrollo de este apartado contó con la colaboración plena de la Secretaría Municipal de Movilidad de Municipio de Santa Cruz, sin embargo, las opiniones vertidas son responsabilidad del equipo consultor.



Así, la licitación fue adjudicada al mencionado operador de transporte, entidad que obtuvo la concesión del servicio del BRT (Buses de Tránsito Rápido) en el primer anillo, donde no solo se dio un paso fundamental en la modernización de la ciudad de Santa Cruz a través de un "proyecto ciudad" como el BRT, sino también en términos de formalización del sector, en acceder a mecanismos de financiamiento, en la instauración de derechos laborales para los chóferes y en la implantación de políticas de paridad de género al estar la sociedad obligada a contratar mujeres para tareas operativas.

En términos institucionales, la conformación de un Operador de Transporte "Línea 17 y 18 de Transporte Público Masivo Chuturubí Sociedad Civil" con 34 socios históricos del transporte cruceño, es un hito muy importante en el país que debe ser impulsado desde las instancias públicas y, valorado por el entorno empresarial. En términos operativos, hasta inicio de 2021, Santa Cruz contará con una flota de transporte moderna de 30 buses a gas natural y se espera que las siguientes fases del proyecto continúen con el avance de la ciudad.

Actualmente, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, está realizando la etapa de prueba de la primera fase del proyecto de Bus de Tránsito Rápido (BRT). Esta etapa, de acuerdo al contrato de concesión vigente entre la alcaldía y el operador, finaliza a principio de diciembre y fue instituida para la capacitación de conductores e informar de las características de servicio a los usuarios. En la etapa experimental del BRT, operaran cuatro "buses prototipo", cada uno con capacidad para 90 pasajeros. Una vez concluida la etapa de pruebas, se espera que en diciembre se inicien las operaciones con la flota de buses de 30 vehículos.

### **5.2.1 Tipo de buses en servicio actual**

De acuerdo a la entrevista realizada por el periódico El Deber al Percy Rojas en febrero de este año, se trata de buses de fabricación chino Sinotruk Bus, con tecnología alemana de última generación. Los buses son importados por Crown Bolivia y cumplen las especificaciones técnicas definidas por el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz.

La capacidad de los buses es de 90 pasajeros a Gas Natural vehicular con una autonomía de 320 Km autonomía, recarga completa en 12 minutos 2 veces/día en la estación GNV de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. El Plan de Mantenimiento, está a cargo del proveedor, con una garantía hasta 5000 km.

En cuanto a las prestaciones de los buses, éstos cuentan con seis cámaras de vigilancia monitoreadas por una central. Además, tienen rampas automáticas para personas con capacidades especiales y un sistema especial que permite que el bus baje al nivel del piso para mejorar la accesibilidad de las personas de la tercera.

El siguiente esquema presenta los detalles de los buses a GNV del BRT de Santa Cruz.

**Figura 31: Características de los buses Sarao – BRT Santa Cruz**



Fuente: Elaboración propia en base a información recabada en visita técnica

### 5.2.2 Rutas existentes

El servicio del BRT de Santa Cruz, en su fase I –recientemente denominado Bus Sarao, en alusión a un baile tradicional cruceño– brindará el servicio en el primer anillo a partir de 2021. La ruta, cuenta con 26 estaciones en ambos sentidos y cubre 13,4 Km.

Se espera que el BRT alcance mayores velocidades comerciales que el transporte tradicional hasta llegar a 20 - 25 km/h. El diseño de carril exclusivo, elimina por completo la interacción con el resto del tráfico, evita demoras en las intersecciones, a través de medidas que priorizan el trayecto de los buses (semáforos inteligentes) y reduce los tiempos de parada por el sistema de recaudo fuera del bus.

**Tabla 9 Servicio Bus Sarao BRT Santa Cruz**

N	Ruta	Distancia Ida - vuelta	Estaciones	Tiempo de recorrido
1	1 er Anillo Circular	13,4 km	26 13 ida 13 vuelta	35 min

Fuente: Elaboración propia en base a información recabada en visita técnica.

### 5.2.3 Plan de expansión

La Fase I del proyecto BRT, incluye obras en el primer anillo, de pavimentación de un carril exclusivo de siete kilómetros de extensión aproximadamente, un sistema de drenaje en el primer anillo de la ciudad, la construcción de 26 estaciones, sistema de semaforización centralizada, así como la señalización horizontal y vertical de toda la intervención, y ocho kilómetros de ciclovías, además de la mejora del entorno urbano.

El proyecto también incluye el desarrollo del sistema de recaudo el cual será concesionado a que operadores especializados en cobro de pasajes participen de la "Concesión del sistema de recaudo y billeteaje de transporte público del BRT fase 1ª".

Además del primer anillo (tramo 1A) que próximamente entrará en operación, la Fase I, está conformada por el tramo 1.B que vincula la Av. Cristo Redentor con la Av. Santos Dumont. Para el desarrollo de la Fase II del proyecto, se cuenta con el financiamiento del Banco de desarrollo para América Latina – CAF.

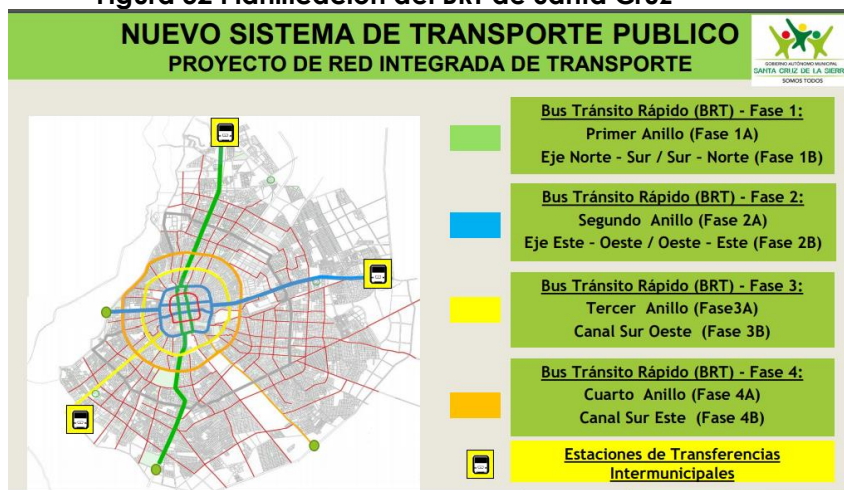
Esta fase comprende el desarrollo del corredor Norte-Sur, uniendo nodos específicos de la ciudad como PlayLand, en el norte y la refinería de Palmasola en el sur, al centro de la ciudad a través de 33 kilómetros adicionales de carriles exclusivos y los estudios de preinversión del corredor Norte – Sur, tramo que completa la primera fase del sistema.

El proyecto, en su Fase I y Fase II, cuenta con el financiamiento del Banco de Desarrollo para América Latina – CAF. En el primer caso, la fase 1 del proyecto, se demandó una inversión de 48 MM de USD, de los cuales USD 36,6 millones constituyen el crédito de CAF Banco de Desarrollo de América Latina, mientras que los restantes 11,4 MM de USD corresponden a fondos del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz.

Este financiamiento cedido al Estado boliviano, tiene como contraparte a la Secretaría de Movilidad Urbana de Municipio de Santa Cruz, entidad encargada en este proyecto, del desarrollo de las infraestructuras, el control de los operadores y de los otros componentes necesarios para el inicio de operaciones del sistema de transporte BRT. Asimismo, el crédito incluye un componente de apoyo, seguimiento y fortalecimiento institucional y capacitación al municipio cruceño en general y para la Secretaría de Movilidad, en particular.

Respecto a la expansión a medio plazo, ya se han realizado los estudios necesarios para la implantación de un sistema BRT completo. La siguiente figura, muestra el plan completo hasta la fase IV prevista.

**Figura 32 Planificación del BRT de Santa Cruz**



Fuente: "Construir una ciudad para todos entre todos"  
 Secretaría Municipal de Movilidad Urbana – Municipio de Santa Cruz

#### **5.2.4 Potencial de electrificación**

Para definir el potencial de electrificación del sistema BRT de Santa Cruz, se han considerado las características topográficas, la integración modal y la alta demanda de pasajeros.

- Características topográficas: Por la topografía de Santa Cruz, no existen impedimentos para el recorrido de los buses eléctricos en la ruta del primer anillo en las siguientes fases previstas en el proyecto.
- Integración modal: La ruta del primer anillo es el eje de la confluencia de usuarios del sistema BRT de Santa Cruz, por lo cual cuenta con amplias posibilidades de integración modal no solo dentro del sistema sino con otros modos de transporte (taxis, movilidad no motorizada etc.)
- Alta demanda: Al circular la ruta del primer anillo, por el centro histórico de la ciudad, se trata de un “corredor urbano de alta demanda” debido a que une diversos nodos generadores de viaje.

Bajo este análisis, el equipo consultor considera que la práctica totalidad de las rutas del sistema BRT de Santa Cruz es susceptible de convertirse en “corredores eléctricos”.

#### **5.3 ANÁLISIS TÉCNICO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE POR AUTOBUSES**

El análisis denominado Total Cost Ownership (TCO), por sus siglas en inglés, es ampliamente utilizado en la comparación de los costos reales de las diversas tecnologías utilizadas en el transporte en sus diversas tipologías y modalidades, con el fin de contar con una idea clara sobre el costo total a lo largo del ciclo de vida de la tecnología en cuestión.

El principio fundamental en el cual se basa esta metodología, consiste en tomar conciencia que los costos de inversión de la maquinaria considerados aisladamente, son un indicador incompleto de los costos reales de la tecnología analizada, a lo largo de la vida útil puesto que existen costos escondidos referidos a la eficiencia operativa y al mantenimiento periódico que requieren los diversos equipos.

A nivel internacional, el análisis TCO, es ampliamente utilizado para comparar los costos de los buses eléctricos, para este fin, es necesario realizar una aproximación razonable a los costos totales en los que se incurre al operar un bus a lo largo de su vida útil. En consecuencia, es necesario estimar los gastos de capital (inversiones en activo fijo) y los gastos operativos (gastos de operación y mantenimiento); en otros términos, es preciso calcular el CAPEX con los gastos e inversiones asociados con bienes físicos y el OPEX<sup>40</sup> que incluye todas las otras partidas vinculadas a la operación de los buses (consumo de combustible, salarios de los conductores, seguros entre otros elementos).

---

<sup>40</sup> OPEX, "Operational expenditures" y CAPEX "Capital expenditures"

### 5.3.1 Metodología

La metodología general para el análisis TCO, sigue los siguientes pasos:

- Estimación de los costos totales para el primer año, incluyendo los costos de inversión, operación y mantenimiento, así como otros relevantes para la comparación con las otras alternativas.
- Proyección de flujos de costos, los cuales, básicamente están relacionados a la evolución esperada de la inflación en un horizonte temporal coincidente con la vida útil del bus.
- Actualización, a Valor Presente de todos los costos proyectados a la tasa relevante para el proyecto en cuestión.
- Selección y comparación de los costos relevantes estimados entre las diversas alternativas.

#### Costos de inversión

La estimación de las inversiones necesarias para la adquisición de buses en sus diversas tipologías, se basó en información de prensa recabada de los medios escritos para los buses a diésel y GNV. En el caso de los buses eléctricos, los datos utilizados tienen como fuente documentos recientes de las entidades multilaterales<sup>41</sup>.

#### Costos operativos

Para la estimación de los costos operativos, se utilizaron una serie de parámetros vinculados con la estructura de costos del negocio de transporte urbano:

- Mantenimiento: Incluye todo lo relativo a preservar el buen funcionamiento del material rodante (neumáticos, cambio de aceite, amortiguadores, etc.) para las tecnologías analizadas.
- Costo de combustible<sup>42</sup>: Para la valoración del volumen de energía, se ha considerado el rendimiento energético de las tecnologías analizadas, e base a información internacional y a los datos referidos por los operadores de La Paz y Santa Cruz. Además, se han considerado los precios vigentes para el diésel (3,77 Bs/l) y para el Gas Natural Vehicular (GNV) de 1,66 Bs/m<sup>3</sup>.
- Costo de la energía eléctrica; Para la estimación de los costos de la energía eléctrica se analizó en detalle las resoluciones de la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Energía Nuclear referidas a la definición de tarifas<sup>43</sup> para los diversos consumidores por tipo de tensión, horarios y volumen demandado. Se analizó la pertinencia de considerar las tarifas definidas por ELFEC y DELAPAZ, para el transporte masivo, pero al hacer

---

<sup>41</sup> Principalmente el documento "Análisis y diseño de modelos de negocio y mecanismos de financiación para buses eléctricos en Lima, Perú" del Banco Interamericano de Desarrollo – BID de febrero 2020 y "Latin America Clean Bus in LAC, Lessons from Chile's Experience with E-mobility" The World Bank, de septiembre de 2020.

<sup>42</sup> Ver anexo 3, donde se analiza a detalle las implicaciones de los subsidios para la introducción de la movilidad eléctrica

<sup>43</sup> Se analizaron las resoluciones administrativas de la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Energía Nuclear: AETN N 1114/2019 para ELFEC de Cochabamba; la resolución AETN N 1123/2019 para DELAPAZ de La Paz; y la resolución AETN N 1094/2019 para la CRE de Santa Cruz.

inviabiles los proyectos de movilidad eléctrica por buses se consideró la tarifa definida por la Cooperativa Rural de Electrificación R.L. de Santa Cruz para riego, definida en 0.99 Bs/kWh en promedio.

- Costo de Personal: Se presentan por separado los costos de los conductores (1,6 chóferes por bus) y del personal de apoyo, valorados a salarios de mercado vigentes para las funciones específicas considerando los aportes a la seguridad social de largo y corto plazo, pago de aguinaldos entre otros costos salariales.
- Seguros: Se presenta por separado, los costos del seguro contra accidentes (SOAT) definido, en la normativa vigente, como requisito de cumplimiento obligatorio para la circulación de vehículos en el territorio nacional (3.700 Bs/año) y el seguro de vehículos a todo riesgo valorado como un porcentaje del valor del bus (2,7%).

### 5.3.2 Resultados

Los resultados del análisis realizado muestran que la tecnología a GNV es la de menor costo global con 7,9 MM Bs, seguido de los buses eléctricos con un costo de 8,80 MM de Bs y por los buses a diésel con 8,84 MM de Bs. Un análisis más detallado, muestra claramente que los costos de capital marcan la diferencia debido a que la tecnología eléctrica es sustancialmente más costosa que las otras alternativas con un CAPEX de 4,2 MM de Bs, mientras que los costos de los buses a GNV y diésel alcanzan a 2,6 MM de Bs y 2,3 MM de Bs respectivamente.

El cuadro siguiente muestra los detalles del análisis TCO efectuado.

Tabla 10 Servicio Bus Sarao BRT Santa Cruz

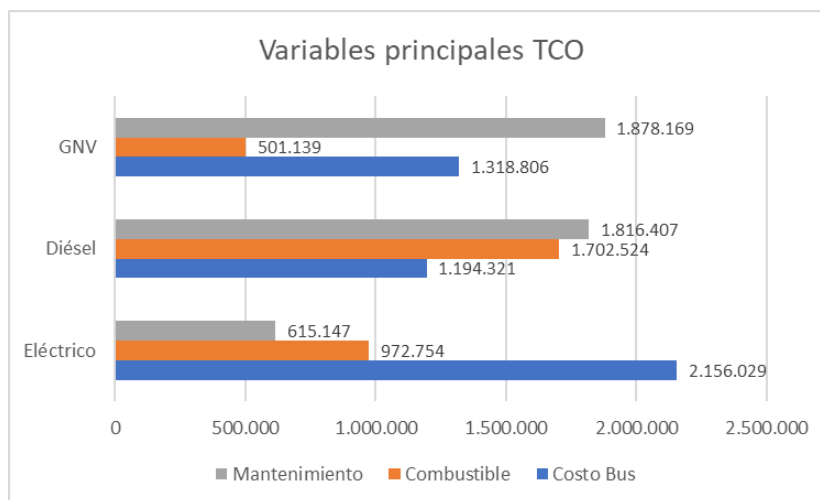
Item	Tecnología					
	Eléctrico	%	Diésel	%	GNV	%
Costo Bus	2.156.029	24,5%	1.194.321	13,5%	1.318.806	16,6%
Intereses	441.083	5,0%	248.490	2,8%	274.391	3,5%
Depreciación	1.682.612	19,1%	947.923	10,7%	1.046.726	13,2%
<b>Capex</b>	<b>4.279.724</b>		<b>2.390.735</b>		<b>2.639.923</b>	
Combustible	972.754	11,1%	1.702.524	19,3%	501.139	6,3%
Chóferes y personal de apoyo	2.163.369	24,6%	2.163.369	24,5%	2.163.369	27,2%
Seguro a todo riesgo	722.470	8,2%	722.470	8,2%	722.470	9,1%
SOAT	46.895	0,5%	46.895	0,5%	46.895	0,6%
Mantenimiento	615.147	7,0%	1.816.407	20,5%	1.878.169	23,6%
<b>Opex</b>	<b>4.520.634</b>		<b>6.451.664</b>		<b>5.312.042</b>	
<b>Capex + Opex</b>	<b>8.800.358</b>	<b>100%</b>	<b>8.842.399</b>	<b>100%</b>	<b>7.951.965</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

No obstante, los buses eléctricos pueden encontrar una ventana de oportunidad dados sus bajos costos operativos definidos principalmente por el costo de la energía en Bolivia y los reducidos costos de mantenimiento. En el caso de la energía eléctrica, los costos son 43% menores respecto a los buses a diésel, pero 48% más altos respecto a los buses a GNV –debido al subsidio a GNV que oscila entre el 40% y 50%. En cuanto a los costos de mantenimiento, de acuerdo a la experiencia internacional, éstos son 66% menores que los buses a diésel y a GNV.

El siguiente gráfico muestra los costos relevantes, en valores absolutos, de las tres tecnologías analizadas.

Figura 33 Comparativa por tipo de tecnología



Fuente: Elaboración propia

Como conclusión se plantea que los costos de inversión son el principal obstáculo financiero para la inclusión de buses eléctricos, no obstante, recurriendo a mecanismos de financiamiento adecuados y al redireccionamiento de las subvenciones a los combustibles fósiles, es posible modernizar el transporte urbano de pasajeros a nivel nacional.

## 5.4 ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO

El análisis económico y financiero, es una herramienta de gran utilidad para la evaluación de la viabilidad de los diversos proyectos de inversión, en el caso del transporte urbano, es particularmente interesante analizar las implicaciones de la tarifa en los estados financieros, el impacto de los costos operativos y de la tecnología utilizada, y las necesidades de subsidios directos al pasajero.

En este apartado se analiza las posibilidades de implantación en términos económicos del transporte eléctrico urbano en las ciudades de La Paz y Santa Cruz, en base a información oficial y a las entrevistas realizadas en ambas ciudades. Es necesario destacar que este trabajo es una primera aproximación a las variables económicas de interés puesto que para obtener resultados más precisos es importante que las entidades a cargo de los sistemas faciliten la información necesaria.

### 5.4.1 El modelo

#### Datos de explotación

El siguiente cuadro resume los principales datos del modelo económico financiero, destaca que el horizonte temporal considerado es de 16 años debido a que los buses tienen una vida útil similar al periodo considerado. Asimismo, el modelo considera, en base a información, que el índice de precios

al consumidor (IPC) con un valor para 2018 de 2,97% anual<sup>44</sup>, así como los impuestos vigentes: Impuesto al Valor Agregado (IVA), Impuesto a Transacción (IT) y el Impuesto a las Utilidades de las empresas (IUE)

**Tabla 11 Datos del Modelo**

DATOS DE LA EXPLOTACIÓN			
Periodo de estudio	16	Inicio de la actividad	2022
IPC Anual	2,97%	Impuesto Utilidades	25,0%
IVA	13,0%	Tasa de descuento	5,5%
IT	3,0%		

Fuente: Elaboración propia en base a información oficial

### 5.4.2 Inversiones

La estimación de las inversiones necesarias para la puesta en marcha del transporte eléctrico en ambas ciudades, se recurrió a información de prensa recabada de los medios escritos de La Paz y Santa Cruz y a entrevistas personales con funcionarios de los municipios de referencia. En el caso de los buses eléctricos, como se explicó en el análisis TCO se recurrió a los documentos técnicos emitidos por entidades de cooperación.

Cabe destacar que, en el modelo, no se incluyen los costos de inversión de la infraestructura de recarga, puesto que se supone que éstos serán asumidos por terceros y no por los operadores de buses de transporte urbano al ser la actividad de provisión de energía de objeto exclusivo y contar con una regulación sectorial específica. Asimismo, los costos de los buses eléctricos no se incluyó la reposición de las baterías al tratarse de un valor despreciable de solo el 2% de costo total del bus y al existir diversas tecnologías y proveedores con información heterogénea.

### Costos operativos

Para la estimación de los costos operativos, se utilizaron una serie de parámetros vinculados con la estructura de costos del negocio de transporte urbano, así como la información ya descrita en el análisis TCO:

- Variables operativas: Para la estimación de este acápite, se ha realizado un análisis detallado de la distancia recorrida, la cantidad de buses necesarios para cubrir la demanda considerando la estacionalidad diaria y el número de vueltas realizadas por día en las rutas de referencia como se verá más adelante.
- Servicios básicos: Incluye los servicios de agua, alquileres y electricidad, además de los servicios de comunicación y limpieza; y la compra de material de escritorio, insumos necesarios para el funcionamiento de oficinas e infraestructura de patios y talleres.

<sup>44</sup> Instituto Nacional de Estadística – Bolivia.



## Ingresos

En el caso de los ingresos, este acápite se analiza de manera diferenciada en cada ciudad debido a que se trata de proyectos diferentes con diferencias sustanciales en el modelo de gestión y financiación (en La Paz es un modelo público mientras que en Santa Cruz es un modelo concesional); estructuras de remuneración a los operadores distintas y, en definitiva, tarifas diferentes.

### 5.4.3 La Paz Bus

Para el desarrollo de este apartado, se ha considerado la ruta Chasquipampa – PUC de La Paz Bus, debido, principalmente, a que se cuenta con información histórica desde 2014, tanto de aspectos operativos como del volumen de demanda, a diferencia de lo que ocurre con la ruta Achumani – San Pedro de reciente inauguración en agosto de 2019.

Al tratarse de un ejercicio teórico, no se pretende sugerir la sustitución de la flota de servicio a medio plazo, más aun considerando que los buses siniestrados en 2019 serán repuestos próximamente, sino que se busca motivar la necesidad de realizar un ejercicio piloto para la obtención de datos reales que permitan una mejor evaluación de las variables operativas.

#### Estimación de las inversiones

El total de inversiones en 22 buses con capacidad de 90 pasajeros, incluyendo reformas en los patios, alcanza en el caso de la tecnología a diésel, a 29.2 MM de Bs, mientras que la inversión en buses eléctricos es de 49, 7 MM de Bs. Es evidente que las inversiones en buses de tecnología convencional, son significativamente menores a la tecnología eléctrica (42,5%).

**Tabla 12 Inversiones**

INVERSIONES (Bs)	Bus a diésel	Bus eléctrico
<b>1. Inversiones en material rodante</b>	<b>27.733.333</b>	<b>48.232.800</b>
Buses de 90 pasajeros	27.733.333	48.232.800
<b>2. Inversiones en patios y talleres</b>	<b>1.515.000</b>	<b>1.515.000</b>
Readecuación de patios y talleres	1.500.000	1.500.000
Imprevistos	15.000	15.000
<b>INVERSIÓN EN ACTIVOS</b>	<b>29.248.333</b>	<b>49.747.800</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Gastos de explotación

Los gastos de explotación, para los buses a diésel, alcanzan a 12,6 MM de Bs/año, donde destacan los costos de personal de apoyo (controladores y anfitriones) con 3,5 MM de Bs/año (28,1%); chóferes con 3 MM de Bs/año (24%). Asimismo, otros costos importantes son los costos de mantenimiento con 2,6 MM de Bs/año (20,9%) y el costo de combustible (19,1%), estimado en 2,4 MM de Bs/año. Es importante destacar que estas estimaciones siguen el modelo

operativo vigente en La Paz Bus con anfitriones a bordo encargados de cobrar pasajes y emitir información, así como controladores en la cabecera de las rutas.

La estructura de costos, en el caso de los buses eléctricos, es similar a la anterior, básicamente por el modelo de cobro vigente que requiere personal a bordo. Los gastos de explotación de la tecnología eléctrica, no obstante, son menores que los buses a diésel y alcanzan a 10,4 MM de Bs/año, esta diferencia se debe a que los costos de mantenimiento y combustible, son significadamente menores con aproximadamente 900 mil Bs/año (66,1% menos que la tecnología diésel) en el primer caso, mientras que, el costo de la energía eléctrica consumida es de 1,44 MM de Bs/año (42,2% menor que los costos de diésel).

El siguiente cuadro presenta la información a detalle.

**Tabla 13 Gastos de Explotación**

<b>GASTOS DE EXPLOTACIÓN Bs/año</b>	<b>Bus a diésel</b>	<b>%</b>	<b>Bus eléctrico</b>	<b>%</b>
Mantenimiento	2.650.100	20,9%	899.360	8,6%
Combustible	2.421.848	19,1%	1.399.147	13,4%
Chóferes	3.034.460	24,0%	3.034.460	29,0%
Personal	3.558.594	28,1%	3.558.594	34,1%
Servicios básicos	174.000	1,4%	174.000	1,7%
SOAT	81.400	0,6%	81.400	0,8%
Seguro riesgo total	748.800	5,9%	1.302.286	12,5%
<b>TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN</b>	<b>12.669.202</b>	<b>100%</b>	<b>10.449.247</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **5.4.3.1 Estimación de los ingresos**

Para la estimación de los ingresos, se consideró la estructura tarifaria vigente y la cantidad anual de pasajeros transportados en la ruta Chasquipampa – PUC, en base a información oficial del municipio para el primer caso y estimaciones en función al crecimiento anual ajustado del volumen de pasajeros transportados<sup>45</sup>.

Para estimar un valor adecuado sobre el costo del servicio, se calcularon las tarifas promedio debido a que existen diferencias entre el pago en dinero en efectivo y el pago por tarjeta inteligente la cual permite a los usuarios acceder a rebajas entre 8% y el 20% por viaje. En el caso de la cantidad anual de pasajeros transportados, en 2016 se registraron 4.921.540 y se estima que en 2019 éstos alcanzaron a 5.656.489 en 2019, destaca que esta ruta transporta entre el 35% y el 38% del total de pasajeros transportados por el sistema.

El siguiente cuadro presenta la información a detalle.

<sup>45</sup> Tesis de grado "Sostenibilidad financiera del servicio de transporte público en la ciudad de La Paz: Bus Pumakatari" de Miriam Patzi Cruz. Universidad Mayor de San Andrés 2017.

**Tabla 14 Ingresos Ruta Chasquipampa - PUC**

INGRESOS Bs/año			
Prestación de servicio	Tarifas	Pasajeros/año	Pago anual
Usuario normal	2,40	3.739.426	8.974.622
Usuario preferente	1,60	1.840.890	2.945.423
Usuario nocturno	3,00	76.173	228.520
<b>Ingresos anuales</b>			<b>12.148.566</b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.4.3.2 Resultados financieros

Para la estimación del modelo se recurrió a los siguientes supuestos generales:

- El periodo de análisis es de 16 años.
- La tasa de descuento usada para el proyecto es 5,5% valor vigente para bonos privados a largo plazo en moneda nacional<sup>46</sup> (10 años).

**Tabla 15 Resultados financieros Ruta Chasquipampa – PUC**

RESULTADOS A 16 AÑOS (En Bs)	Bus a diésel	Bus eléctrico
VAN	460.318	-29.114.975
TIR	5,72%	-6,72%
Valor Residual	0	0
Año de retorno de la inversión	2034	0
Punta de financiación (Bs)	-21.883.388	-39.747.353
Año de la punta de financiación	2022	2022

Fuente: Elaboración propia

Los resultados financieros se presentan a continuación:

- El Valor Actual Neto del proyecto con buses a diésel es de 460.318 Bs, mientras que con buses eléctricos el VAN es negativo (-29,1 MM de Bs).
- El TIR del proyecto con tecnología convencional es de 5.72%, y con tecnología eléctrica es de -6,72.
- El año punta de financiación en ambos casos es 2022 (año de inicio) con -21,8 MM de Bs en el caso de buses a diésel y -39,7 MM de Bs con buses eléctricos.
- El periodo de retorno estimado de la inversión es 2034 para la tecnología a diésel, mientras que, con buses eléctricos, no se recupera la inversión en el periodo de análisis.

### 5.4.3.3 Recomendaciones

Los resultados financieros, de estas estimaciones preliminares, indican que, bajo los supuestos y estimaciones realizadas, la implantación de la movilidad eléctrica en la ruta Chasquipampa – PUC, no es viable debido a:

<sup>46</sup> <https://www.bbv.com.bo/>

- Condiciones de demanda existentes: Es necesario optimizar la captación de usuarios, analizando el comportamiento de los denominados "no usuarios" y redefiniendo algunas paradas<sup>47</sup> además de promover de manera efectiva la integración modal.
- Optimizar la ocupación en los buses: Analizar un cambio en el sistema de cobro dada la pérdida de espacio existente actualmente., además de redefinir la ocupación efectiva de los buses<sup>48</sup>.
- Tarifas de transporte: Analizar una subida de tarifas para los usuarios de esta ruta en concreto en concordancia con las tarifas vigentes en el sistema tradicional en tramos similares de trufis.
- Ampliación de fuentes de ingreso:
- Optimización de la operación: Es evidente que existe un exceso de personal en el modelo vigente en La Paz Bus, puesto que anfitriones y cobradores hacen inviable el servicio en términos financieros.

#### 5.4.4 BRT Santa Cruz

##### Estimación de las inversiones

El total de inversiones en los 30 buses con capacidad de 90 pasajeros en primera instancia y 20 buses adicionales con capacidad de 160 pasajeros en cuatro años posteriores al inicio de operaciones del BRT de Santa Cruz alcanza a 80,1 MM de Bs en el caso de buses a GNV, los buses eléctricos son significativamente más costosos (43% más altas) puesto que la inversión total alcanza a 114,6 MM de Bs. Las inversiones en reformas en los patios son despreciables, pero se pueden apreciar en el cuadro adjunto.

**Tabla 16 Inversiones**

INVERSIONES (Bs)	Bus a GNV	Bus eléctrico
INVERSIONES	Bs	Bs
<b>1. Inversiones en material rodante</b>	<b>80.114.240</b>	<b>114.658.622</b>
Buses de 90 pasajeros	37.166.400	68.795.173
Buses de 160 o 90 pasajeros	42.947.840	45.863.449
<b>2. Inversiones en patios y talleres</b>	<b>1.515.000</b>	<b>1.515.000</b>
Readecuación de patios y talleres	1.500.000	1.500.000
Imprevistos	15.000	15.000
<b>INVERSIÓN EN ACTIVOS</b>	<b>81.629.240</b>	<b>116.173.622</b>

Fuente: Elaboración propia

<sup>47</sup> Por ejemplo, es necesario implementar paradas en el Parque de las Cholas y en el centro de convenciones Chuquiago Marca.

<sup>48</sup> Buses de las características físicas similares a los buses Pumakatari y Chikititi, están diseñados para transportar entre 70 y 90 pasajeros.

## Gastos de explotación

Los gastos de explotación, para los buses a GNV, a lo largo de los 16 años de vida del proyecto, alcanzan a 11,9 MM de Bs/año, donde destacan los costos del gas natural vehicular con 4,3 MM de Bs/año (combustible 36,7%), seguidos de los costos salariales de los chóferes con 3 MM de Bs/año (25,3%) y los costos de mantenimiento con 1,9 MM de Bs/año (16,2%). Es importante destacar que estas estimaciones siguen el modelo propio de los BRT donde el cobro de pasajes se realiza en las plataformas de acceso con sistemas automatizados principalmente.

La estructura de costos, en el caso de los buses eléctricos, es sustancialmente diferente a la estructura de costos de los buses a GNV. Sin embargo, como en el caso anterior, los gastos de explotación de la tecnología eléctrica son menores que los buses a GNV y alcanzan a 10,4 MM de Bs/año, esta diferencia se debe a que los costos de mantenimiento alcanzan a 634 mil Bs/año (6,1%); los costos de energía eléctrica alcanzan a 988 mil Bs/año (9,5%) , pero los costos por seguros a riesgo total son mayores al de los buses a GNV dado el valor unitario del bus eléctrico. El resto de los costos de explotación para el primer año es similar en ambos casos.

Es importante destacar que la diferencia de costos de mantenimiento y de uso de energía (combustible) de la tecnología eléctrica, en términos porcentuales, entre ambas tecnologías es de 67,2% y 77,5% respectivamente, es decir que la tecnología eléctrica, es muy conveniente en estos aspectos aun cuando existe un importante subsidio al precio del GNV en el mercado interno<sup>49</sup>.

El siguiente cuadro presenta la información a detalle:

**Tabla 17 Gastos de Explotación**

GASTOS DE EXPLOTACIÓN Bs/año	Bus a GNV	%	Bus eléctrico	%
Mantenimiento	1.936.081	16,2%	634.115	6,1%
Combustible	4.395.114	36,7%	988.560	9,5%
Chóferes	3.034.460	25,3%	3.034.460	29,0%
Personal	1.318.473	11,0%	1.318.473	12,6%
Servicios básicos	174.000	1,5%	174.000	1,7%
SOAT	111.000	0,9%	111.000	1,1%
Seguro riesgo total	1.003.493	8,4%	1.857.470	17,8%
<b>TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN</b>	<b>11.972.621</b>	<b>100%</b>	<b>10.449.247</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.4.4.1 Estimación de los ingresos

Para la estimación de los ingresos, se analizó a profundidad la estructura de pago por la prestación de los servicios de transporte urbano establecida en el contrato de concesión vigente entre el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz y el Operador de Transporte "Línea 17 y 18 de Transporte Público Masivo Chuturubí Sociedad Civil". Es necesario destacar los siguientes aspectos del contrato:

<sup>49</sup> Véase la página oficial de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, donde se muestra el diferencial de precios <https://www.anh.gob.bo/w2019/contenido.php?s=13>

- La vigencia del contrato es tiene una duración de 15 años a partir de marzo de 2020.
- Definición de una etapa de pruebas, capacitación con una duración estimada de hasta 60 días desde la firma del contrato, a cuenta del concesionario.
- Conformación de un fideicomiso de operación para la administración de los recursos generado por la concesión
- Establecimiento de los sistemas de recaudo y, de gestión y control de flota a cargo del Municipio, pero gestionado por empresas especializadas.
- Obligatoriedad de inclusión de flota operativa completamente nueva y desvinculación de la totalidad de la flota tradicional en uso actual.
- La remuneración, tiene como base el cobro de una tarifa plana de 2 Bs/pasajero en el primer anillo, pero en realidad ésta, consta de dos acápite
  - Prestación del Servicio concesionado, con el pago de 14,40 Bs por cada kilómetro efectivo recorrido.
  - Pago por incentivo por pasajero en función al volumen de pasajeros transportados por categoría de usuario y a la propuesta del operador.
- Establecimiento de una garantía de cumplimiento del contrato a través de una póliza de seguros de garantía de cumplimiento de contrato.

Para estimar el costo del servicio, se aplicó la cláusula de remuneración citada. En el caso del "pago por prestación de servicio", se consideró el pago por kilómetro recorrido y la cantidad de kilómetros recorridos por periodo, puesto que a partir de 2025 se incorpora una flota nueva con buses articulados de 160 pasajeros y se incrementa la cantidad de kilómetros recorridos por año<sup>50</sup>. Para el "pago por incentivo por pasajero" se calcularon las tarifas promedio por tipo de usuario (regular o preferente) y se estimó el porcentaje ofertado por el operador como la esperanza matemática de las posibles ofertas; en base a esta información se estimó el pago anual.

El siguiente cuadro presenta la información a detalle.

---

<sup>50</sup> Información obtenida de la Secretaría de Movilidad Urbana del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz.

**Tabla 18 Ingresos BRT de Santa Cruz Fase - I**

INGRESOS Bs/año			
Prestación de servicio	Bs/km	Km/año	Pago anual
2021-2024	14,40	907.769	13.071.870
2025-2036	14,40	1.350.970	19.453.971
Incentivos por pasajero	Regular	Preferente	Pago anual
Pasajeros/año	9.507.384	6.884.657	2.143.554
Tarifas	2,00	1,13	
% Concesionario		0,08	
Total Ingresos Anuales desde 2025			<b>34.669.396</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.4.2 Resultados financieros

Al igual que en el caso de La Paz bus, para la estimación del modelo se recurrió a los siguientes supuestos generales:

- El periodo de análisis es de 16 años.
- La tasa de descuento usada para el proyecto es 5,5% valor vigente para bonos privados a largo plazo en moneda nacional<sup>51</sup> (10 años).

**Tabla 19 Resultados financieros BRT de Santa Cruz Fase I**

RESULTADOS A 16 AÑOS (En Bs)	Bus a GNV	Bus eléctrico
<b>VAN</b> 5,50%	<b>2.082.945</b>	<b>-16.810.719</b>
<b>TIR</b>	<b>6,17%</b>	<b>2,3%</b>
<b>Valor Residual</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Año de retorno de la inversión</b>	<b>2034</b>	<b>2029</b>
<b>Punta de financiación (Bs)</b>	<b>-49.916.194</b>	<b>-85.575.072</b>
<b>Año de la punta de financiación</b>	<b>2024</b>	<b>2024</b>

Fuente: Elaboración propia

Los resultados financieros se presentan a continuación:

- El Valor Actual Neto del proyecto con buses a GNV es de 2.082.945 Bs, mientras que con buses eléctricos el VAN es negativo (-16,8 MM de Bs).
- El TIR del proyecto con tecnología GNV es de 6.17%, y con tecnología eléctrica es de 2,3%.
- El año punta de financiación en ambos casos es 2024 (año cuatro desde el inicio de la operación donde se incorporan nuevos buses) con -49,9

<sup>51</sup> <https://www.bbv.com.bo/>

MM de Bs en el caso de buses a GNV y -85,5 MM de Bs con buses eléctricos.

- El periodo de retorno estimado de la inversión es 2034 para la tecnología a GNV, mientras que, con buses eléctricos, este hecho ocurre en 2029, debido a los bajos costos de operación y mantenimiento.

#### **5.4.4.3 Recomendaciones**

Los resultados financieros indican que, bajo los supuestos y estimaciones realizadas, la implantación de la movilidad eléctrica en la fase I del BRT de Santa Cruz es viable, sin embargo, es importante analizar los siguientes aspectos:

- Tarifas eléctricas: Analizar la posibilidad de establecer una tarifa específica para el transporte eléctrico público, tal como ocurre en las distribuidoras de energía de Cochabamba y La Paz, pero con tarifas planas menores a las vigentes en esas ciudades.
- Tarifas de transporte: Analizar una subida de tarifas para los usuarios del conjunto del sistema de transporte BRT e Santa Cruz en los próximos años para evitar el deterioro en la calidad del servicio y nivelar las tarifas a estándares internacionales.



## 6 PROYECTOS PILOTO DE BUSES ELÉCTRICOS EN BOLIVIA

### 6.1 CONDICIONES DE PARTIDA

La introducción de buses eléctricos en los sistemas de transporte público, requieren de condiciones favorables de entorno para poder ser factibles. A diferencia de los buses de combustión interna, los buses eléctricos al parecer son más rígidos en su operación. A continuación, se presenta una tabla comparativa.

**Tabla 20 Diferencias entre buses eléctricos y buses a combustión interna**

Condición/característica	Bus a combustión interna	Bus eléctrico
Capacidad de pasajeros	Existen múltiples formatos, desde buses biarticulados hasta minibuses de 14 pasajeros. Existen en versiones Diesel, Gasolina y Gas Natural Comprimido (GNV). Para el uso en transporte público se recomienda buses no menores a 40 pasajeros para lograr la eficiencia en términos de transporte. Esto limita los combustibles a Diesel y GNV	Existen buses bi-articulados, articulados y padrón (11-12 metros). Existen buses de piso alto, de acceso bajo y de plataforma baja. En América Latina se ha impuesto por la versatilidad el formato de bus padrón.
Carga	Existe una red muy amplia de carga de combustible a un precio regulado y subvencionado	Requiere de infraestructura exclusiva de carga en patios de taller. No puede ser realizada en vía pública
Mantenimiento	Existe una red amplia de talleres de mantenimiento y provisión de repuestos. Si bien el mantenimiento periódico preventivo y en conjunto de una flota trae economías de escala importantes, las mismas no son aprovechadas por los transportistas por su esquema organizacional de un chofer - un bus.	Requiere de electromecánicos especializados en el mantenimiento de los buses y seguir sus protocolos de mantenimiento de acuerdo con bitácoras de seguimiento. En las primeras experiencias en América Latina se han registrado reducciones a un tercio en los costos de mantenimiento, al ser máquinas más simples y sin tantas partes móviles fungibles.
Ruta y flexibilidad	Son flexibles a cambios de ruta circunstanciales dependiendo del formato del bus.	Si bien son flexibles a cambios de ruta, lo ideal es diseñar los buses en función a la autonomía necesaria para garantizar un uso óptimo de los recursos.
Potencia	En el formato Diesel son de alto torque y existen potencias que generan seguridad. En el formato GNV existen mayores restricciones, tienen menor torque que los buses Diesel.	Son máquinas de alto torque, no se pierde potencia en altura y se requiere adaptaciones de enfriamiento de las baterías en altura, sin mayores complicaciones.
Conducción	Existen versiones manuales y automáticas, la conducción si bien requiere de destrezas, no es diferentes a otro vehículo de combustión interna.	Requiere de destrezas especiales de conducción para garantizar la eficiencia de las baterías. En los reportes del sistema de buses de Chile, se tiene testimonios de los choferes de una conducción mucho más placentera y sin ruido.

Autonomía	La autonomía está dada por el tamaño del tanque de combustible. En los buses a GNV el incremento de potencia implica un incremento de peso ya que requieren mayor capacidad de almacenaje de combustible para garantizar autonomía, esto hace el bus más robusto, pesado y por lo tanto más costoso.	Los avances tecnológicos son acelerados en la autonomía de las baterías, hoy en día se pueden garantizar autonomía por encima de los 300 kilómetros lo cual es suficiente para una programación de una carga/día.
Contaminación	Altamente contaminantes, especialmente en partículas y óxidos de nitrógeno. Los vehículos con mejores sistemas anticontaminación, requieren de combustibles libres de azufre, no disponibles en Bolivia, lo que limita la tecnología anticontaminación disponible.	Cero emisiones en sitio de uso y dependiendo de la fuente de la energía, se puede inducir su grado de contaminación, sin embargo, es importante resaltar que donde más interesa no tener emisiones es en las ciudades (por la densidad poblacional expuesta) donde los niveles de emisión son simplemente cero.
Impacto climático	El transporte es responsable del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético en Bolivia	Las emisiones del Sistema Interconectado Nacional presentan una emisión menor de dióxido de carbono comparado con el uso directo de combustibles fósiles

Fuente: elaboración propia

La tabla nos muestra interesantes ventajas circunstanciales de los vehículos de combustión interna frente a los eléctricos y la pregunta que surge es entonces ¿por qué se quiere promover la movilidad eléctrica en Bolivia? Las ventajas son muchos más visibles en Bolivia desde una mirada de intereses nacionales que del lado del consumidor (propietario del vehículo) ya que los bajos precios de los hidrocarburos no permiten visibilizar las ventajas energéticas en su verdadera dimensión. Los beneficios macro para el país se los puede resumir en los siguientes puntos:

- El cambio a vehículos eléctricos reduce el consumo de combustibles fósiles no abundantes en nuestro país y que gozan de importante subvención que resta posibilidades de inversiones en otras necesidades tales como salud y educación.
- La movilidad eléctrica permite diversificar la matriz energética y los vehículos se adaptan a nuevas fuentes de generación de energía libres de carbono, en cambio cuando se apuesta por vehículos a Diesel (por ejemplo) estos seguirán utilizando este combustible hasta el final de sus días.
- Finalmente, y no menos importante, los vehículos eléctricos no generan gases contaminantes en su circulación

La introducción de la movilidad eléctrica bajo estas premisas requiere de esfuerzos del gobierno para poder acelerar y promover su uso. Las experiencias internacionales mostraron que la introducción de buses eléctricos de manera exitosa tuvo como preámbulo proyectos piloto por las siguientes razones:

- Es una tecnología que reacciona de manera muy diferente al entorno en el que es aplicada. Por ejemplo, la autonomía variará mucho dependiendo de la topografía, en ciudades con pendientes elevadas. Los sistemas de freno regenerativo serán una ventaja y los esquemas de carga se podrían programar considerando esta ganancia de energía.
- Los sistemas de calefacción y acondicionamiento de aire en los motores de combustión interna son aprovechados del eje del motor y no incluyen en la batería. En el caso de los buses eléctricos la energía es extraída de las baterías, porque su uso frecuente puede comprometer fuertemente la autonomía de catálogo
- Es posible hacer cálculos de pendientes, ángulos de giro, de ataque y de salida, sin embargo, estos parámetros solamente serán ajustados en su verdadera dimensión en la misma aplicación
- La experiencia internacional señala que las técnicas de conducción influyen en un 15% en el rendimiento de las baterías. Las fases piloto son muy útiles para capacitar a los choferes de los buses en el modo de conducción. Con estas variables ajustadas, es posible hacer un dimensionamiento mucho más adecuado de la capacidad de las baterías
- Finalmente, y no menos importante, independientemente de la instancia que se encargue del mantenimiento de los buses, es importante generar mano de obra calificada. Los procesos de capacitación en mantenimiento de los buses son también practicados en las fases piloto.

## **6.2 TIEMPO DE LA FASE PILOTO**

Idealmente una fase piloto de prueba de buses eléctricos debería abarcar el invierno y el verano, para poder capturar datos estacionales extremos. La fase piloto que se realizó en Santiago de Chile fue de un año arrancando el 15 de noviembre de 2018.

Se recomienda que en el caso boliviano también se opte por procesos de un año calendario antes de la implementación de un proyecto.

## **6.3 PROYECTOS PILOTO PROPUESTOS**

Como se evidenció en la tabla superior, los buses piloto requieren de mayor logística de gestión para su óptima aplicación, es por esta razón que no es posible introducir buses eléctricos a los sistemas tradicionales tal y como están operando. La estructura de "un hombre-un camión" no permite tener patios de maniobras y carga, tampoco sinergias en la operación y mantenimiento. Los esquemas de financiamiento de la flota tampoco están diseñados para esta estructura y será difícil sino imposible vencer las barreras de la inversión inicial. Es por esta razón que, desde el inicio de este trabajo, se consideró como únicas opciones viales a la fecha, el pilotaje de buses eléctricos en el sistema La Paz Bus en la ciudad de La Paz y el BRT del primer anillo en Santa Cruz de la Sierra.

## **6.4 RECOMENDACIONES TÉCNICAS**

### **6.4.1 Tamaño mínimo de flota**

La prueba piloto debe y tener una redundancia de seguridad, es por esta razón que la flota mínima de prueba en cada ciudad deberá ser de dos buses. Ambos buses deben funcionar en la misma ruta y bajo las mismas condiciones de operación y carga.

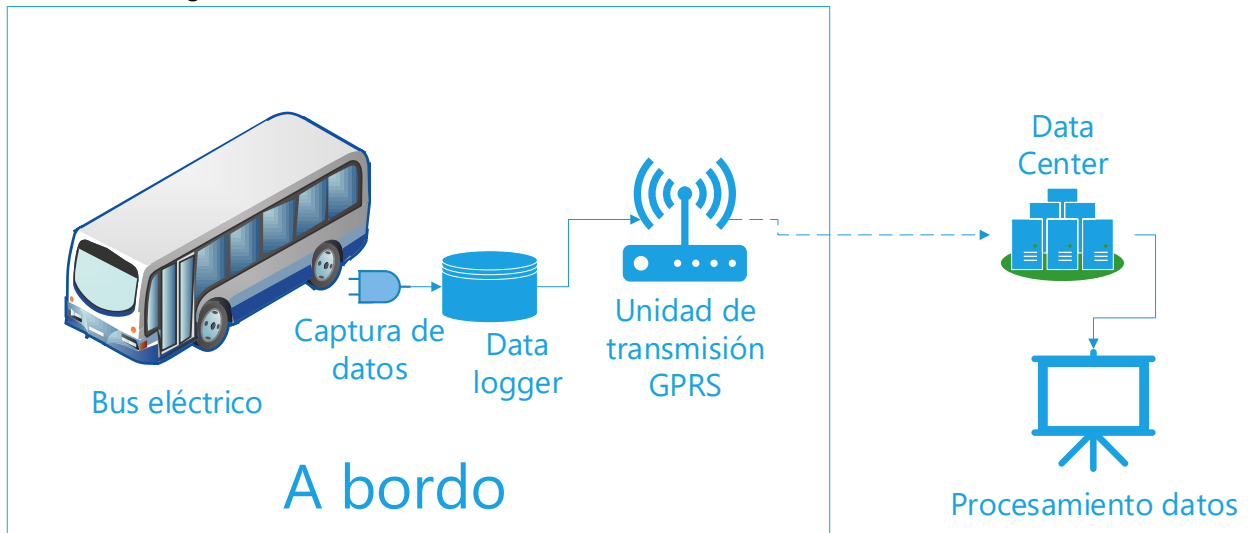
### **6.4.2 Protocolo de prueba**

Los buses eléctricos al igual que los buses modernos de combustión interna son gobernados por un computador a bordo (CPU). Este dispositivo almacena múltiples parámetros de funcionamiento del vehículo<sup>52</sup>. Existe mecanismos de captura de estos parámetros de forma no invasiva, los cuales pueden ser almacenados en un data logger a bordo y transmitidos en tiempo real o periódicamente a un servidor por telemetría. Posteriormente se puede realizar el procesamiento de los datos y generación de los reportes en gabinete.

---

<sup>52</sup> En el proceso de evaluación de la flota eléctrica de Santiago de Chile, se han podido capturar 174 parámetros simultáneamente. (Análisis de ciclo de vida de buses eléctricos Swisscontact/U de Chile)

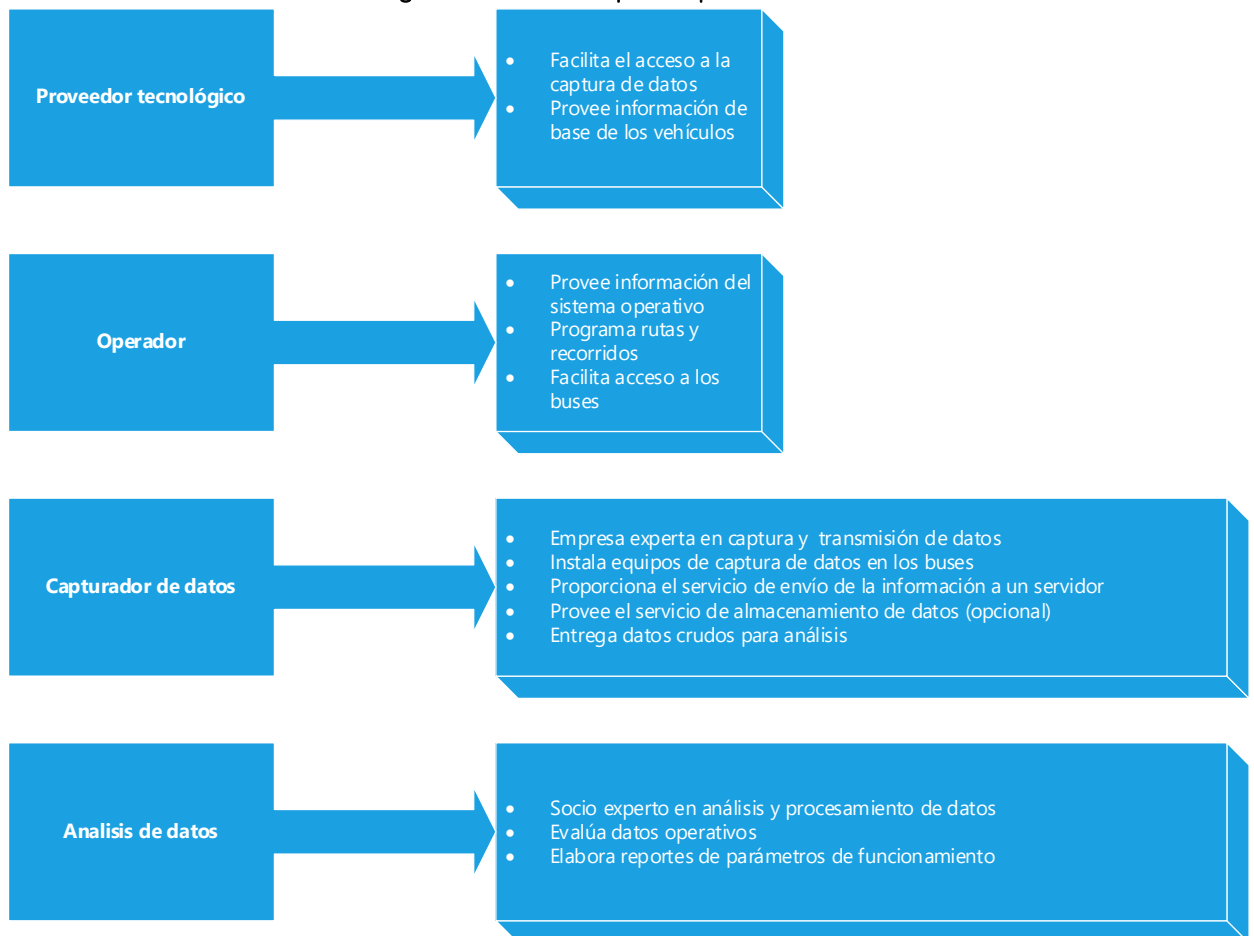
Figura 34 Sistema de evaluación del funcionamiento de los buses eléctricos



Fuente: Elaboración propia.

Para ejecutar esta tarea de evaluación de rendimiento de los buses eléctricos, se requiere la intervención de varios actores y actividades que se esquematizan en la siguiente figura. Posteriormente se explicará cada una de las actividades.

Figura 35 Actividades prueba piloto



Fuente: Elaboración propia.

### 6.4.3 Servicio de captura de datos

La captura de datos es una especialidad de mercado, existen empresas en la Región que proveen este servicio incluyendo el equipamiento y el know how de captura de datos no invasiva. Se recomienda utilizar este servicio antes que desarrollarlo. El costo de este servicio puede estar en el orden de USD 10.000 incluyendo impuestos locales.

Las empresas que prestan estos servicios usualmente también proveen el servicio de almacenamiento y limpieza de datos. En caso de solicitar este servicio adicional, se debe garantizar el manejo no duplicado de la información y la purga de datos una vez concluido el servicio.

### 6.4.4 Análisis de datos

El procesamiento de datos requiere de dos especialidades: la experiencia de análisis de datos de energía y movilidad y el manejo de algoritmos inteligencia artificial para el procesamiento de datos y modelos predictivos. De acuerdo con el diagnóstico realizado, se tienen dos opciones para este servicio:

- **Convenio con una universidad local** que a la vez tenga el soporte de una universidad regional que haya realizado este trabajo anteriormente que pueda transmitir el conocimiento y generar expertise local. El Centro de Energía de la Universidad de Chile, realizadas las consultas, tiene la disposición de poder generar este tipo de transferencia de conocimiento, una vez que realizaron este trabajo para los buses eléctricos de Santiago de Chile. En el caso de Bolivia, se podría genera el acuerdo con universidades estatales (Universidad Mayor de San Andrés y Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, o universidades privadas en ambas ciudades). Los costos relacionados con este servicio son muy variables, pero al tratarse de un servicio a la sociedad civil, deberían cubrir los costos sin generar superhabits.
- **ENDE Tecnologías** también ha mostrado su interés de poder apoyar este procesamiento de datos en el marco de sus competencias y sus capacidades institucionales. En los planes de promoción de la movilidad eléctrica se encuentra inscrita esta posibilidad de prestar este servicio.

Una vez realizadas las evaluaciones y en coordinación con los operadores del servicio, se debe realizar las especificaciones técnicas de la flota a ser requerida.

### 6.4.5 Características básicas de los buses.

#### Cargadores

Los primeros buses piloto de Santiago de Chile BYD 12 m, modelo K9 que tenía un rango de autonomía de 250 km, fueron provistos con un esquema de carga de corriente alterna de 80 kW con conectores internacionales tipo 2. El tiempo de carga estuvo calculado entre 3 y 4 horas. Mientras que los buses Yutong fueron también de 12 m modelo ZK 6128, con una autonomía de 320 km

nominales, basados en un modelo de carga Modo 4 de 75 a 150 kW en corriente continua con conectores bajo la norma china GB (Guobiao Estándar).

La diferencia principal entre ambos tipos de cargadores está en que el conversor de corriente alterna (AC - que provee la red eléctrica), requiere ser convertida a continua (DC – para ser provista a las baterías), se encuentra en el bus en el primer caso y en los cargadores, en el segundo. En términos de costos de inversión los primeros fueron sustancialmente más económicos que los segundos, sin embargo, en caso de que un conversor presente fallas en el primer caso, significa parar el bus para mantenimiento, lo cual genera costos operativos importantes, además de ser repuestos más costosos, mientras si se requiere cambiar el conversor en el otro caso este puede ser cambiado sin afectar el funcionamiento del bus y los precios de repuestos y partes también son más económicos. Esta experiencia de campo definió que todos los nuevos buses que ingresen al sistema RED, sean en adelante del tipo de carga bajo el Modo 4 de corriente continua (DC).

Bajo esta experiencia, se recomienda que Bolivia inicie la introducción directamente con cargadores de tipo continuo a pesar de su costo de inversión más alto.

#### **6.4.6 Modelo de los buses**

Existe una gran variedad de buses eléctricos en el mercado. En términos de capacidad se tiene buses bi-articulados, articulados y padrón 12 metros. En cuanto a su altura, se tienen buses de plataforma alta y de plataforma baja.

Los buses Puma Katari son de 12 metros de longitud, con una capacidad de 61 pasajeros (21 sentados y 32 de pie). Su acceso es de tipo bajo con peldaños. El primer peldaño está a 300 mm del suelo. El bus fue diseñado con ángulos de ataque y de salida por encima de lo usual. El voladizo anterior es de 1500 mm y el posterior de 1800 mm. En cuanto a su motor es de 300 caballos de fuerza que le permite acceder a pendientes elevadas de la ciudad.

El bus disponible en la marco BYD que más de cerca a estas especificaciones es el Bus K9G, sin embargo, sus voladizos anterior y posterior son del 2700 y 3960 mm respectivamente. Esta característica al menos debe ser modificada para el funcionamiento adecuado en La Paz.

En el caso de los buses del BRT de Santa Cruz, estos buses son a GNV de la marca Yutong. Las características están descritas en la figura 31.

### **6.5 PROVEEDOR TECNOLÓGICO**

En América Latina, los buses procedentes de China han copado el mercado. Si bien existen desarrollos de buses eléctricos en Brasil y Perú, estos están aún en fase de prueba. En el caso de Chile, que es lo más cercano a nuestro entorno, al sistema de transporte de Santiago (RED) han ingresado cuatro marcas con diferentes operadores:

**Tabla 21 Empresas representantes de buses eléctricos en Chile**

Compañía operadora	Representante/Marca de buses
Metbus	BYD Chile / BYD
Buses Vule y STP S.A	Yutong
RedBus/STP SA	King Long
STP S.A.	Kaufmann/FOTON

Fuente: Elaboración propia.

En Bolivia existe la representación de las 4 marcas, si bien aún no se ha importado buses de muestra, al menos el representante de BYD (Toyota S.A.) ha manifestado su interés en importar los primeros buses eléctricos a Bolivia. Las empresas representantes de estas marcas en Bolivia, se presentan en el siguiente cuadro.

**Tabla 22 Empresas representantes de buses eléctricos en Chile**

Compañía representante	Marca de buses
Toyota S.A.	BYD Chile / BYD
Toyota S.A.	Yutong
DICSA Bolivia	King Long
SACI	FOTON

Fuente: Elaboración propia.

No se pudo conseguir un precio referencial de los buses en Bolivia. El +único precio referencial es el de Chile el 2019 que es de USD 292.500+IVA. Este precio ya implica un mercado competitivo y ventas de volúmenes mayores. En nuestro caso se debe sumar el precio de transporte terrestre desde puerto y los costos de importación. En vista de las ventajas de liberación de impuestos de importación con las que gozan estos buses en Bolivia (GAC e ICE = 0), se calcula que el precio facturado en Bolivia estará entre USD 300.000 y USD 350.000 en 2021.

## **6.6 ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS Y FONDO CANASTA (BASKET FUND)**

La fase piloto al ser un proceso que ayude a la toma de decisiones multinivel (desde instancias de financiamiento hasta operadores), pueden considerar cofinanciamientos de diversas fuentes. A continuación, se presenta un cuadro con las principales organizaciones potencialmente involucradas, sus intereses y roles en el proceso.

**Tabla 23 Organizaciones involucradas en piloto y sus roles**

Organización	Interés	Potencial rol en el proceso
<b>Ministerio de Hidrocarburos y Energías</b>	Desarrollo de la electromovilidad en Bolivia	Gestor del financiamiento, promotor del proyecto piloto
<b>La Paz Bus – Asociación Chuturubi 17-18</b>	Mejorar la eficiencia en sus sistemas de transporte. Reducir costos de operación. Recibir cofinanciamiento para adquisición de buses	Operadores de los sistemas de transporte
<b>GAMLP/GAMSCZ</b>	Mejorar los servicios de transporte de la ciudad.	Facilitador de crédito, garante.
<b>Banca multilateral</b>	Brindar asistencia técnica, promover préstamos para implementación de proyectos de transporte urbana	Cofinanciar estudio de eficiencia de los buses, financiar estudios preparatorios para el crédito



<b>Cooperación internacional</b>	Brinda asistencia técnica para el desarrollo para el desarrollo de la electromovilidad	Co financiamiento de estudios, misiones, formación de capacidades
<b>Proveedores de buses</b>	Vender buses	Proveer flota piloto en condiciones extraordinarias de precio Financiar parte de la operación y/o mantenimiento de los buses
<b>Universidades</b>	Investigación acerca de la eficiencia y variables de operación de los buses	Directores de los estudios de eficiencia de los buses
<b>ENDE Tecnologías</b>	Asistir técnicamente al sector energético	Proveedor de hosting de datos remotos de las pruebas piloto. Análisis de data. (HUB tecnológico)
<b>Empresas distribuidoras de energía (DELAPAZ y CRE)</b>	Incrementar la demanda interna de energía, sobre todo en horas valle	Provisión de energía a estaciones de carga en la fase piloto.
<b>ENDE Generación</b>	Incrementar demanda interna de energía	Promover condiciones favorables para la fase piloto en términos de provisión de energía

Fuente: Elaboración propia.

Los proyectos piloto de América Latina han tenido configuraciones de participación muy diversas y los niveles de negociación y participación han tenido que ver con el potencial negocio que se podría dar posterior a la fase piloto, sobre todo en términos de volumen. En el caso de Santiago de Chile y Buenos Aires, la empresa proveedora de buses financió directamente los buses piloto.

Para los proyectos piloto de La Paz y Santa Cruz, se propone que se conforme un fondo canasta, donde múltiples actores pueden financiar diferentes ítems del Proyecto, en función a sus capacidades y sus posibilidades. A continuación, se presenta una estructura de los costos de la fase piloto:

**Tabla 24 Estructura de costos de la fase piloto**

	<b>Ítem</b>	<b>Costo en USD</b>	<b>Observaciones</b>
<b>1</b>	4 buses piloto (12m)	350.000x4 = 1.400.000	El precio es determinado en función a los precios que se tuvo en la Región con un margen de seguridad. No se tubo hasta el cierre de este informe una cotización oficial del proveedor
<b>2</b>	Capacitación del equipo técnico incluidos los conductores	100.000	La capacitación deberá incluir la pasantía de parte del equipo en un proyecto en curso en la Región
<b>3</b>	Provisión de energía para el funcionamiento de los buses	40.000	Ver cálculo de costo por servicios de energía en el anexo
<b>4</b>	Inversión de estaciones de carga	200.000	Basados en cargadores de corriente continua (se incluyen facilidades de infraestructura)
<b>5</b>	Evaluación de parámetros de funcionamiento de la prueba piloto	100.000	Incluye instalación de sensores remotos, transmisión de datos y evaluación de información por parte de un equipo

6	Costos de operación (personal)	100.000	8 conductores
7	Imprevistos	60.000	
	<b>Total</b>	<b>2.000.000</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Los ítems 2, 5, 6 y 7 pueden ser gestionados a través de la cooperación internacional y/o de socios de la promoción de la electromovilidad identificados en el cuadro anterior. Los ítems 1 y 4 requieren un análisis diferente que se explica en el siguiente punto.

## 6.7 FINANCIAMIENTO DE LOS BUSES PILOTO Y DE LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA

La experiencia más cercana que se tuvo en Bolivia sobre fases piloto de prueba de buses es la que se efectuó en el Sistema La Paz Bus, tanto con el primer tipo de buses Puma Katari, como con los buses Chiquititi, se tuvieron buses piloto, los cuales fueron sometidos a las pruebas de funcionamiento en condiciones reales y en base a esta experiencia se hizo el pedido de la flota. Los buses fueron financiados directamente por el sistema operador, vale decir, La Paz Bus, sin embargo, las modificaciones que se hicieron en base a las recomendaciones del piloto fueron realizadas por el proveedor.

En el caso de los buses eléctricos, existen tres posibilidades de financiamiento:

**Opción 1:** Las empresas operadoras y propietarias de los buses, vale decir La Paz Bus y Asociación Chuturubí financian el costo de los buses en un porcentaje igual al costo de los buses actuales de su sistema y la diferencia entre ambos es financiada por un tercero. Esta figura se ha dado en varios casos. China ha facilitado una subvención a los transportistas por un período de tiempo para cambiar sus unidades a eléctricas. La subvención equivalía a la diferencia de precio comparada con un bus a Diesel. El mismo caso se ha dado en Uruguay donde la diferencia del costo entre el bus eléctrico y el bus a Diesel ha sido soportada por el Estado. En el caso de Bolivia esta diferencia es aproximadamente de 120.000 a 130.000 dólares americanos por bus. El dato real se lo tendrá cuando se consiga las cotizaciones de los proveedores ya que los precios de los buses Diesel (La Paz Bus) y GNV (BRT Santa Cruz) están disponibles. Esta opción está sujeta a la disposición de recursos de ambos sistemas y la formalización de la propiedad y acuerdos pueden ser extensos y burocráticos, pero no imposibles de realizar. En términos de riesgo, los operadores de los buses asumen la mayor parte del riesgo de las inversiones.

**Opción 2:** Los buses son financiados 100% por un fondo de investigación y promoción de la electromovilidad. Esta opción es mucho más directa y rápida, se podría disponer de los buses en corto tiempo y se podría dar una figura de transferencia de la propiedad de los buses a las empresas operadoras una vez concluida la fase piloto. El financiamiento, en este caso, debería ser canalizado por el gobierno nacional a través del Ministerio de Hidrocarburos y Energías. Los fondos podrían ser del Estado o gestionados a través de una donación. En términos de riesgo, el gobierno nacional asume el riesgo de las inversiones junto al donante.

**Opción 3:** Los buses son puestos a disposición de los proyectos piloto por parte de los proveedores de buses. Esta figura fue la más usual en la región basada en el potencial negocio de venta de buses eléctricos que podría darse de ser exitosas la pruebas. En términos de riesgo, los proveedores de buses asumen el riesgo de las inversiones.

## 7 ESCENARIO ECONÓMICO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN EL TRANSPORTE

La implantación de la movilidad eléctrica en el transporte urbano, requiere de condiciones de partida básicas en los diferentes ámbitos de actuación que permitan vislumbrar un escenario factible a mediano plazo, este escenario, considera dos elementos relevantes: la realidad concreta del estado de desarrollo normativo e institucional de los municipios y en cuanto a las políticas municipales sectoriales de transporte urbano y las características técnicas de las unidades de transporte existentes en la movilidad de las ciudades.

### 7.1 ESTADO NORMATIVO E INSTITUCIONAL DE LOS MUNICIPIOS

Para el desarrollo de la movilidad eléctrica en Bolivia, es importante que los municipios cuenten con un marco legal específico a nivel de ley municipal para la movilidad sostenible y sus brazos operativos establecidas como las denominadas secretarías municipales de movilidad. Es necesario precisar que, en la estructura municipal, una secretaría es el nivel más alto en términos de jerarquía administrativa dedicada una temática sectorial específica.

Estas instancias, existen en los municipios de La Paz, El Alto, Tarija y Santa Cruz además de Cochabamba. Otro elemento importante es la implementación de la Guardia Municipal de Transporte para coadyuvar en términos de control de tránsito y de la imposición de sanciones tanto al transporte privado, pero sobre todo al transporte público. Las ciudades de Cochabamba, El Alto, Santa Cruz y La Paz tienen este brazo operativo exclusivo para el control del tráfico y tránsito urbano en las calles. Los municipios de Tarija, Sucre y Potosí, coordinan las actividades de control de tránsito con la Policía Boliviana.

El siguiente cuadro resume los avances en cuanto a marco legal e institucional en las ciudades consideradas en este estudio.

**Tabla 25 Desarrollo normativo e institucional**

Ciudad	Marco Normativo para la Movilidad	Ente de Gestión de la Movilidad	Instrumentos operativos
La Paz	Ley Municipal de Transporte	Secretaría Municipal de Movilidad	Guardia Municipal de Transporte y Policía Boliviana
Cochabamba	Reglamento Municipal de Transporte	Secretaría Municipal de Movilidad	Guardia Municipal de Transporte y Policía Boliviana
Santa Cruz	Ordenanza Municipal	Secretaría Municipal de Movilidad	Guardia Municipal y Policía Boliviana
El Alto	Ley Municipal de Transporte	Secretaría Municipal de Movilidad	Guardia Municipal de Transporte y Policía Boliviana
Tarija	Ordenanza Municipal	Secretaría Municipal de Movilidad	Policía Boliviana
Potosí	Ordenanza Municipal	Dirección de Tráfico y Vialidad	Policía Boliviana

Fuente: Elaboración propia

Otro elemento importante para la implantación de la movilidad eléctrica, además del aspecto normativo, ya citado, consiste en el desarrollo de políticas sectoriales de movilidad y estudios de planificación de transporte. Varios municipios del país cuentan con diversos instrumentos de planificación sectorial como los Programas Municipales de Transporte - PROMUT y los Planes de Movilidad Urbana Sostenible - PMUS; y están trabajando en planificar nuevos sistemas de transporte masivo, así como otras iniciativas vinculadas a la movilidad.

Con el compromiso de las autoridades municipales y el apoyo de la Cooperación Suiza en Bolivia, entre 2012 y 2014 los municipios capitales de Sucre, Tarija, Potosí, Oruro y Trinidad desarrollaron sus respectivos PROMUT. Asimismo, los municipios del área metropolitana de Cochabamba como Tiquipaya, Sacaba y Quillacollo han concluido sus instrumentos de planificación en 2015 y 2016.

En cuanto a las ciudades del eje central del país, el Municipio de La Paz tiene, desde el año 2012, un documento denominado: Plan de Movilidad Urbana Sostenible que se equipara con los programas municipales de transporte de otras ciudades ya que responde a las necesidades de los ciudadanos en el plano de la mejora de la movilidad y transporte. En el caso del Cercado en Cochabamba, este municipio aún analiza el desarrollo de un Plan de Movilidad Urbana Sostenible PMUS con fondos propios; una situación similar ocurre en Santa Cruz de la Sierra.

Uno de los aspectos más interesantes en el área de la planificación de la movilidad sostenible es el desarrollo del Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable para el Área Metropolitana de Cochabamba – 2016 que involucra a todos los siete municipios conurbados de la región financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo - BID. Otro ejemplo de planificación a nivel en Bolivia es el desarrollo del Plan Maestro para la Mejora del Transporte del Área Metropolitana de Santa Cruz – 2017 en el área metropolitana de Santa Cruz, este instrumento entregado en 2017 fue financiado por la Cooperación Japonesa. Estos ejemplos, son sin duda un hito en el desarrollo de la movilidad y una experiencia concreta en planificación de la movilidad urbana a nivel metropolitano.

El siguiente cuadro resume los avances en cuanto al desarrollo de los instrumentos de planificación para la movilidad.

**Tabla 26 Planificación de la Movilidad**

<b>Ciudad</b>	<b>Instrumento de Planificación</b>	<b>Año de Entrega</b>	<b>Alcance</b>
<b>La Paz</b>	PMS	2012	Jurisdicciones municipales de La Paz y El Alto
<b>Cochabamba</b>	PMUS	2016	Área Metropolitana
<b>Santa Cruz</b>	PMUS	2017	Área Metropolitana

<b>El Alto</b>	PROMUT	2017	Jurisdicción municipal
<b>Tarija</b>	PROMUT y Estudio de Transporte Masivo	2013 2016	Jurisdicción municipal
<b>Potosí</b>	PROMUT	2016	Jurisdicción municipal

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de los Planes de Movilidad ya sea a nivel metropolitano o en su versión municipal como Programa Municipal de Transporte, ha dado lugar al surgimiento de algunos proyectos de transporte y en su caso a estudios de planificación específicos para la implantación de sistemas de transporte masivo en varias ciudades del país.

En este aspecto, destacan los estudios de planificación a nivel de pre inversión para el Sistema de Transporte Integrado de las ciudades de Sucre y Tarija; además de los estudios para el BRT de Santa Cruz, bajo el auspicio de CAF – Banco de Desarrollo de América Latina; el estudio Técnico, Económico, Social y Ambiental para el sistema de transporte integrado de La Paz y El Alto además de los estudios del denominado Lljta Bus de Cochabamba financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo BID. Finalmente, aunque no menos importante la Cooperación Suiza en Bolivia ha financiado un estudio a diseño final para la implementación del transporte masivo en la ciudad de Trinidad en 2014.

## **7.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y SUSTITUCIÓN DE UNIDADES DE TRANSPORTE**

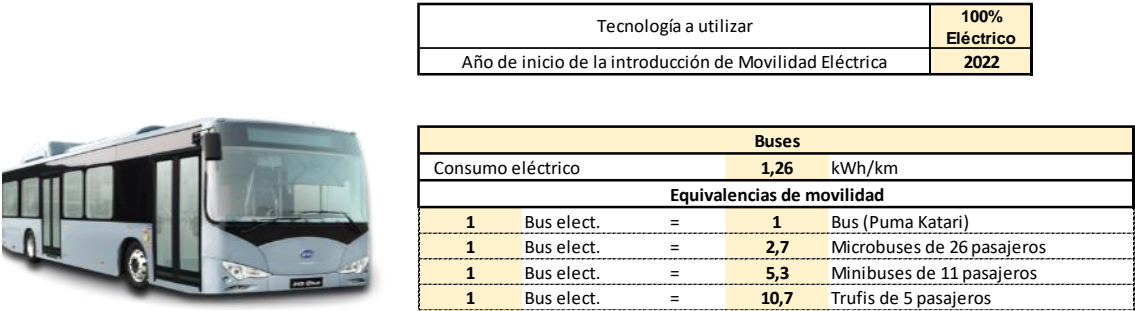
Dentro de las características técnicas de las unidades de transporte, se han considerado la capacidad de carga de pasajeros, los niveles de consumo de combustible (diésel y gasolina) y las distancias recorridas por cada una de las tipologías existentes, como fuentes de información primaria se ha recurrido a los datos emergentes de los documentos de planificación de la movilidad, citados en el apartado anterior, y en su caso a los datos de la experiencia internacional así como a entrevistas personales con especialistas.

### **7.2.1 Capacidad de carga de pasajeros**

En términos de niveles de sustitución en cuanto a capacidad de carga de pasajeros por parte de los buses eléctricos, se ha considerado que la sustitución con buses a diésel es de 1 a 1, mientras que la sustitución respecto a microbuses de 26 pasajeros es de 2,7 unidades por cada bus eléctrico. Asimismo, en el caso de minibuses de 11 pasajeros, la sustitución con buses eléctricos puede definirse en 5,3 minibuses por bus eléctrico, finalmente, cuando se trata de vehículos de 5 pasajeros, independientemente de su marca, la sustitución es de 10,7 unidades por cada bus eléctrico. Esta sustitución se la hizo en base a la experiencia de sustitución de la introducción e buses al sistema Transmilenio en el año 2002.

El siguiente esquema, detalla los coeficientes de sustitución de los diversos vehículos de transporte urbano respecto los buses eléctricos con capacidad entre 70 y 90 pasajeros.

**Figura 36 Sustitución de unidades de transporte**



Fuente: Estudio Cuantificación de la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero por introducción de electromovilidad – GIZ 2020.

### 7.2.2 Sustitución de unidades de transporte

Para la estimación de la tasa de sustitución de las unidades de transporte, el equipo consultor ha recurrido al estudio: “Cuantificación de la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero por introducción de electromovilidad”, desarrollado por encargo de la Cooperación Alemana, donde se ha estimado el crecimiento del parque automotor por ciudad y por tipo de vehículo además de por uso en el transporte público. En las estimaciones realizadas, se prevé un importante crecimiento del parque automotor de servicio de transporte en un 5% anual.

En este escenario, la elaboración de un escenario factible a mediano plazo para la movilidad eléctrica, ha supuesto que el 10% de este crecimiento sea evitado y sustituido por buses eléctricos de alta capacidad. Además, una parte significativa del parque de servicio público debe salir de circulación para atenuar las externalidades negativas del transporte en unidades miniaturizadas.

En este sentido, y dadas las características particulares de las ciudades en términos de transporte público y movilidad, se ha decidido aplicar tasas diferenciadas de sustitución de unidades a combustión interna por vehículos eléctricos.

- En los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, se propone una sustitución del 2,5% de los microbuses existentes anualmente hasta el 2030. Adicionalmente se propone una sustitución del 1,125% anual de los minibuses totales de acuerdo a los registros del INE En La Paz y Potosí existe un importante número de vehículos de estas características que ya han cumplido su ciclo de vida y podría ser considerado el primer grupo meta. Asimismo, se considera una sustitución baja de los minibuses en circulación debido a que es necesario otorgar a la implantación de buses eléctricos, un clima de estabilidad social buscando la negociación con los sindicatos de transporte más visionarios.

- En los departamentos de Cochabamba, Sucre y Tarija, se ha definido que la intervención sea proporcional en ambos segmentos de vehículos; es decir que el 50% de los microbuses y el 50% de los minibuses. Este equilibrio responde a que, en Tarija y Sucre, existe prevalencia de micros en el transporte público, mientras que, en Cochabamba, la situación es inversa: existe una importante relevancia de vehículos de baja capacidad en el servicio de transporte público.
- En los departamentos de Santa Cruz, Beni y Pando, se propone que el 2,5% de los microbuses se sustituyan anualmente puesto que es en este segmento donde existe mayor posibilidad de establecer acuerdos con los operadores tradicionales de transporte. El eje de esta intervención es la ciudad de Santa Cruz donde ya se está desarrollando la primera fase del BRT por lo que la adecuación del resto del sistema de transporte es urgente a medio plazo. Además, se propone sustituir solo el 2.5% de los minibuses en circulación debido a que estos vehículos operan paralelos a los ejes del BRT y se considera en el proyecto también su remoción para dar exclusividad al BRT.

Otros criterios usados para establecer este escenario que parece conservador desde el punto de vista porcentual, en cantidad es considerable, fueron:

- Existe restricciones para el financiamiento de la flota eléctrica tanto en el sector público como en el privado, debido principalmente a la crisis global producto de la pandemia.
- Si bien han ocurrido mejoras sustanciales en la gestión de los sistemas de transporte, aún existe la limitada capacidad institucional para afrontar un desafío de esta magnitud.
- La experiencia internacional en la región muestra que países con sistemas de transporte más desarrollados y con evidentes capacidades financieras, han mantenido prudencia en la introducción de la movilidad eléctrica como es el caso de Chile y Colombia.

Bajo estas consideraciones, el cuadro siguiente muestra que hasta 2030, se pretende introducir 4.077 buses eléctricos en Bolivia.

**Tabla 27 Introducción de buses eléctricos**

Buses Eléctricos a Introducir por año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>La Paz</b>										
Buses Eléctricos por Microbuses	0	209	324	448	579	719	867	1.024	1.192	1.369
Buses Eléctricos por Minibuses	0	49	77	106	137	169	204	241	280	322
<b>Cochabamba</b>										
Buses Eléctricos por Microbuses	0	89	138	190	246	305	368	434	505	579
Buses Eléctricos por Minibuses	0	59	92	126	163	202	244	288	335	385
<b>Santa Cruz</b>										
Buses Eléctricos por Microbuses	0	203	316	436	563	698	842	994	1.156	1.327
Buses Eléctricos por Minibuses	0	15	23	31	40	50	60	71	83	95
<b>Total Buses a introducir</b>	<b>0</b>	<b>624</b>	<b>969</b>	<b>1.337</b>	<b>1.728</b>	<b>2.143</b>	<b>2.585</b>	<b>3.053</b>	<b>3.550</b>	<b>4.077</b>

Fuente: Elaboración propia

### 7.3 IMPACTO POR LA INTRODUCCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA

Como se mencionó, el escenario factible, consiste en introducir buses eléctricos, sustituyendo un porcentaje del crecimiento del parque automotor de



microbuses y minibuses a combustible fósil (gasolina y diésel) y retirando de la circulación de manera gradual a las unidades que prestan servicios actualmente considerando las particularidades de la movilidad en las diferentes ciudades bolivianas.

### 7.3.1 Reducción de la cantidad de vehículos a combustión interna

Los vehículos evitados y retirados a lo largo del periodo 2022 – 2030, a combustión interna se estima que alcancen a 39.422 unidades. Más de 26 mil vehículos son a gasolina mientras que aproximadamente 10 mil son a diésel; la mayor incidencia regional se encuentra en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí (con más de 21 mil vehículos); seguida por los departamentos de Santa Cruz, Beni y Pando (más de 9 mil vehículos) y Cochabamba, Sucre y Tarija con aproximadamente 7 mil vehículos.

**Tabla 28 Unidades de transporte reemplazadas**

Unidades a combustible fósil reemplazadas por Bus eléctrico por año										
<b>La Paz - Oruro - Potosí</b>										
Bus/Microbús (Diesel)	0	626	973	1.343	1.737	2.156	2.601	3.073	3.575	4.107
Minibuses/Furgón (Gasolina)	0	2.615	4.062	5.601	7.238	8.977	10.823	12.783	14.861	17.063
<b>Cochabamba-Tarija-Chuquisaca</b>										
Bus/Microbús (Diesel)	0	480	745	1.027	1.327	1.646	1.985	2.344	2.725	3.129
Minibuses/Furgón (Gasolina)	0	625	970	1.338	1.729	2.145	2.586	3.054	3.550	4.076
<b>Santa Cruz-Beni-Pando</b>										
Bus/Microbús (Diesel)	0	610	948	1.307	1.689	2.095	2.526	2.983	3.468	3.982
Minibuses/Furgón (Gasolina)	0	772	1.198	1.653	2.136	2.649	3.194	3.772	4.385	5.035
<b>Total de unidades a reemplazar</b>	<b>2.021</b>	<b>7.749</b>	<b>10.919</b>	<b>14.293</b>	<b>17.881</b>	<b>21.693</b>	<b>25.741</b>	<b>30.037</b>	<b>34.593</b>	<b>39.422</b>

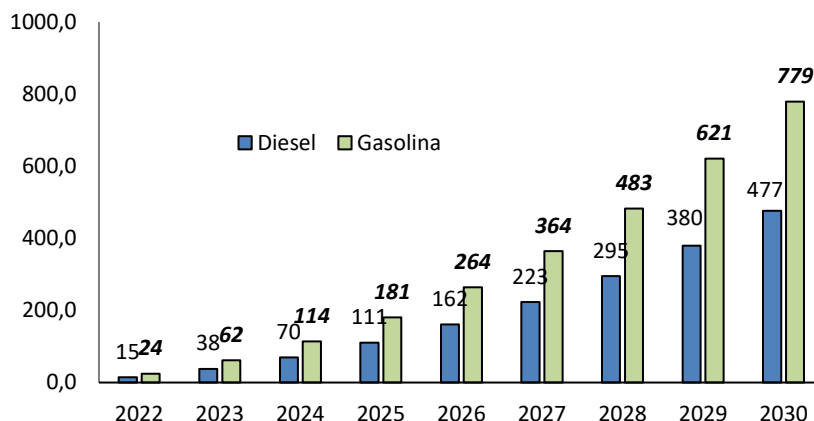
Fuente: Elaboración propia

Los beneficios de esta reducción son amplios y van desde la menor ocupación de espacio público, pasando por la reducción de emisiones, mejoras urbanas, reducción de la congestión vehicular y sobre todo en la reducción del consumo de combustible.

### 7.3.2 Impacto en el consumo de combustible y en el subsidio

Se ha calculado, para el escenario factible, la reducción del consumo de combustible en periodo 2022 – 2030. La reducción de consumo es creciente tanto para diésel como gasolina y pasa de 15 MM de l de diésel en 2022 a 477 MM de l en 2030, situación similar ocurre con la gasolina, pero con un impacto sustancialmente mayor, el consumo evitado pasa de 24 MM de L en 2020 a 779 MM de L en 2030. A nivel agregado, el consumo de diésel evitado en el periodo es de 1.769 MM de l mientras que el volumen de gasolina es de 2.892 MM de l.

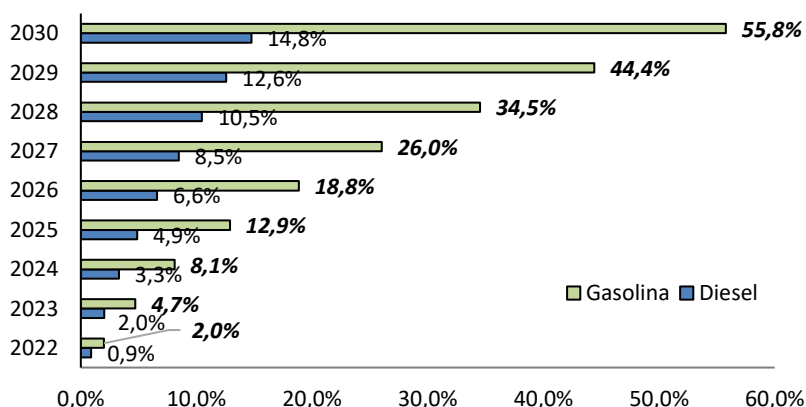
**Figura 38 Reducción en Consumo de Combustible, 2022 – 2030**  
(En millones de litros)



Fuente: Elaboración propia

En términos relativos la reducción anual de los volúmenes importados es muy importante puesto que pasa, en el caso de la gasolina, pasa del 1% en 2022 y alcanza al 56% aproximadamente en 2030. Asimismo, en el caso del diésel, el impacto en el volumen importado es menor pero no deja de ser significativo puesto que en 2030 se estima que el volumen importado decrezca en un 15% aproximadamente.

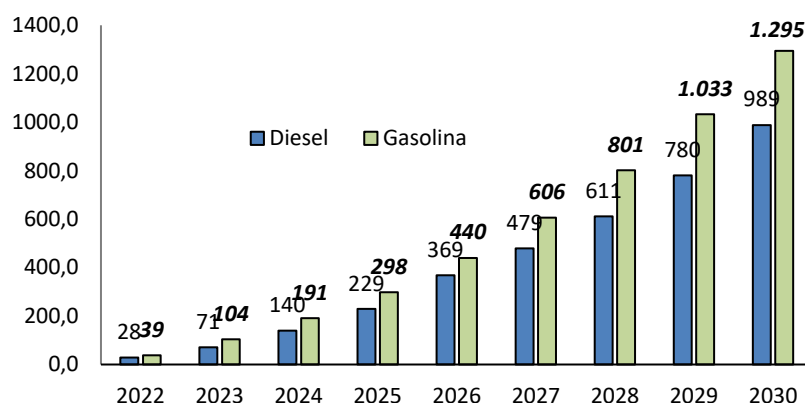
**Figura 39 Reducción de los volúmenes importados, 2022 - 2030**  
(En % del volumen total importado)



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se ha calculado, la reducción del costo de la subvención en periodo 2022 – 2030. La reducción agregada, tanto de diésel como gasolina, en el periodo, es de 1.221 MM de USD, el detalle anual se presente en el siguiente gráfico.

**Figura 40 Reducción en el costo de la subvención, 2022 – 2030**  
(En millones de bolivianos)



Elaboración: propia

Estos datos muestran que el impacto por la introducción de la movilidad eléctrica en Bolivia no solo es relevante a nivel municipal por los beneficios en el desarrollo de las ciudades en términos de imagen de modernidad, de inclusión social y de gestión pública, sino, sobre todo, el impacto es fundamentalmente económico liberando al sector público de fuertes pagos por importaciones.

### 7.3.3 Estimación del impacto Macroeconómico

La estimación del impacto macroeconómico de la introducción del transporte eléctrico, en los escenarios analizados previamente, requiere de una base metodológica específica que permita estimar efectos económicos relevantes en los sectores económicos involucrados. La Matriz Insumo-Producto (MIP) es un instrumento analítico ampliamente utilizado para calcular los efectos sectoriales, debido a su solidez conceptual y al vínculo estricto con los datos elaborados en la contabilidad nacional.

#### Fuentes de información

Para el desarrollo de este apartado, se han utilizado las estadísticas elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), entidad que publica en su página web la información relevante de las cuentas nacionales.

Los datos de la matriz-insumo producto para el año 2016 y anteriores se encuentran disponibles.

Asimismo, se utilizó los datos del Producto Interno Bruto (PIB) por tipo de gasto y por sector económico por año, información disponible hasta 2019.

Respecto a la información sobre de empleo, ésta proviene de la Encuesta de Hogares para los 2012 - 2018.

En cuanto a la definición de escenarios de proyección, donde se define el grado de implantación del transporte eléctrico, los volúmenes de combustibles fósiles no consumidos y la energía eléctrica demandada, se mantiene lo definido en párrafos precedentes.

Sobre los costos del diésel y gasolina, así como las tarifas de electricidad, se considera la información oficial de las entidades del sector y la normativa vigente<sup>53</sup>.

### **Construcción de la Matriz Insumo-Producto**

En principio, se consideró la información del INE sobre la MIP hasta el año 2016, a partir de esta información, se construyó la MIP para el periodo 2017 a 2019, tomando como base la estructura sectorial de 2016 y la dinámica del crecimiento económico del PIB por tipo de gasto y sector económico, definida por la información disponible hasta 2019. Para la estimación de los datos del periodo 2020 – 2030, se proyectaron las variables relevantes considerando una fuerte contracción de la actividad económica originada en la crisis sanitaria para 2020 y una lenta recuperación los siguientes años hasta 2025, a partir del cual las proyecciones, tienen un comportamiento con crecimiento moderado de tipo lineal.

Se revisó la consistencia de las proyecciones realizadas para la MIP en el periodo 2019-2019, a través de la verificación con tres ecuaciones paralelas, que calculan el PIB por diferentes metodologías (tipo de gasto, entre otros).

- a)  $P I B (pc) = C F (pc) + F B C F (pc) + V E (pc) + X (pc) - M (pc)$
- b)  $P I B (pc) = V A B (pb) + D E R s / M + I V A (nd) + I T y O I P M$
- c)  $P I B (pc) = V B P (pb) + D E R s / M + I V A (nd) + I T y O I P M - T C I A E (pc)$

Donde:

- $P I B (pc)$ : Producto Interno Bruto; pc: a precio comprador
- $C F (pc)$  : consumo final
- $F B C F (pc)$  : Formación Bruta de Capital Fijo
- $V E (pc)$ : Variación de Existencias
- $X (pc)$  : Exportaciones
- $M (pc)$ : Importaciones
- $V A B (pb)$ : Valor Agregado Bruto
- $D E R s / M$  : Derechos Arancelarios sobre Importaciones
- IVA: Impuesto al Valor Agregado
- $I T y O I P M$ : Impuesto a las Transacciones y otros Impuestos a los Productos y las Importaciones
- $T C I A E (pc)$ : Consumo Intermedio por Productos

---

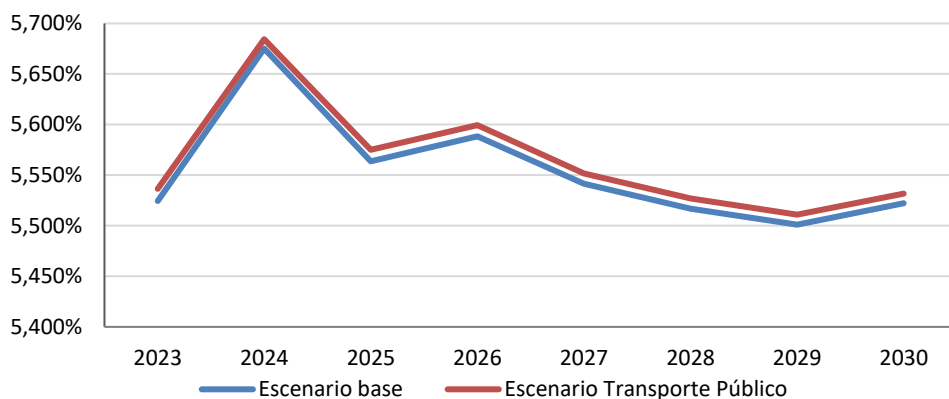
<sup>53</sup> Para los combustibles fósiles se utiliza la información de la Agencia Nacional de Hidrocarburos y para la información de las tarifas eléctricas la información de la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Energía Nuclear y el D.S.295.

Posteriormente, se siguió la metodología descrita en el Anexo 2 mediante la cual se estimaron los efectos directos e indirectos sobre el crecimiento del PIB, del sector de transporte, del sector de la electricidad y del nivel de empleo.

#### **7.3.4 Impacto en el crecimiento del PIB**

Se ha calculado el crecimiento económico en el periodo, explicado por un aumento sobre la demanda final de bienes y servicios, por la introducción de la movilidad eléctrica, considerando el consumo final del sector de transporte y el consumo intermedio del sector de energía eléctrica. El impacto global en el crecimiento del PIB es de 0,015%, dato explicado por la magnitud de la economía y la introducción gradual del proyecto.

**Figura 41 Impacto en el crecimiento del PIB  
(en porcentaje %)**

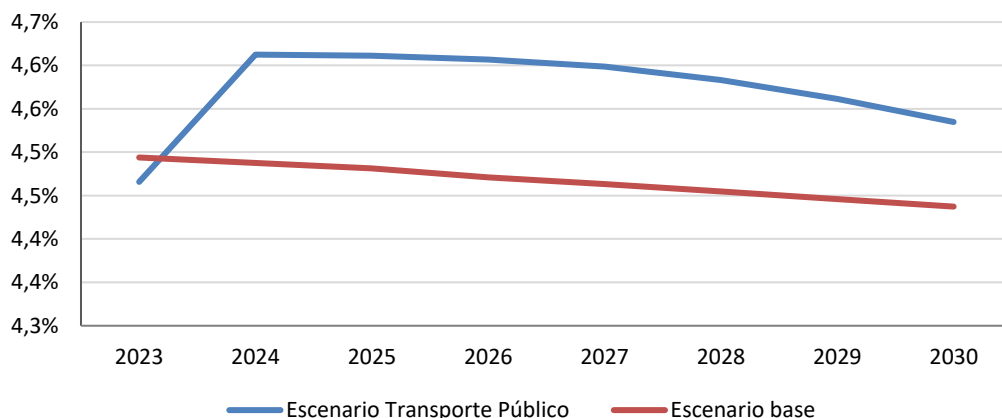


Fuente: Elaboración propia

### 7.3.5 Impacto en el Sector Transporte

En base a las estimaciones realizadas sobre los ingresos generados por la introducción del proyecto de movilidad eléctrica por el volumen de pasajeros transportados, éstos pasan de 28,6 MM de Bs en 2022 a 193,4 MM de Bs en 2030. Con base a estas proyecciones, se espera un aumento del PIB del sector de transporte de 0,13% en promedio para todo el periodo.

**Figura 42 Sector Transporte, 2023 – 2030  
(En porcentaje)**

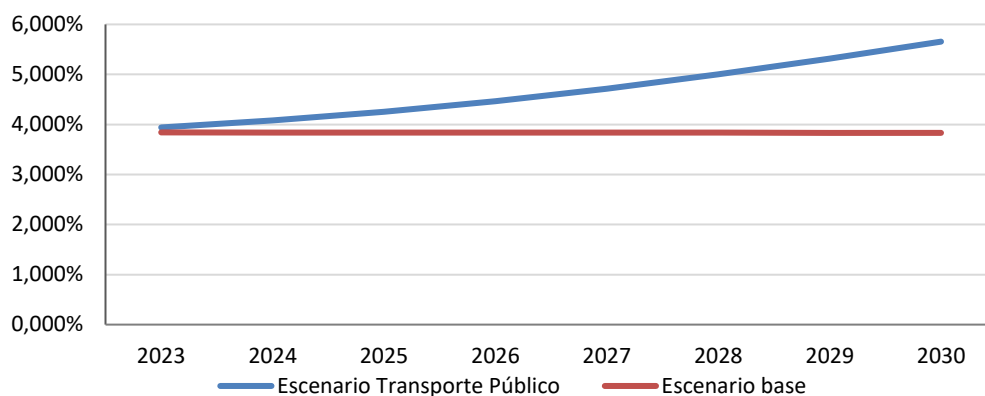


Fuente: Elaboración propia

### 7.3.6 Impacto en el Sector Eléctrico

Al realizarse el trasvase de consumo de combustible fósil al consumo energía eléctrica, por parte de los buses de transporte, se genera una expansión importante en el consumo de energía eléctrica, la cual se incrementa de 5,6 MM de Bs en 2022 a 180,4 MM de Bs en 2030. La implementación del proyecto de transporte eléctrico aumenta la tasa de crecimiento sectorial de electricidad desde 3,8% en promedio a 4,6% para el periodo 2023 a 2030, favoreciendo un crecimiento sostenido del sector durante dicho periodo.

**Figura 43 Sector Electricidad, 2023 – 2030  
(En porcentaje)**

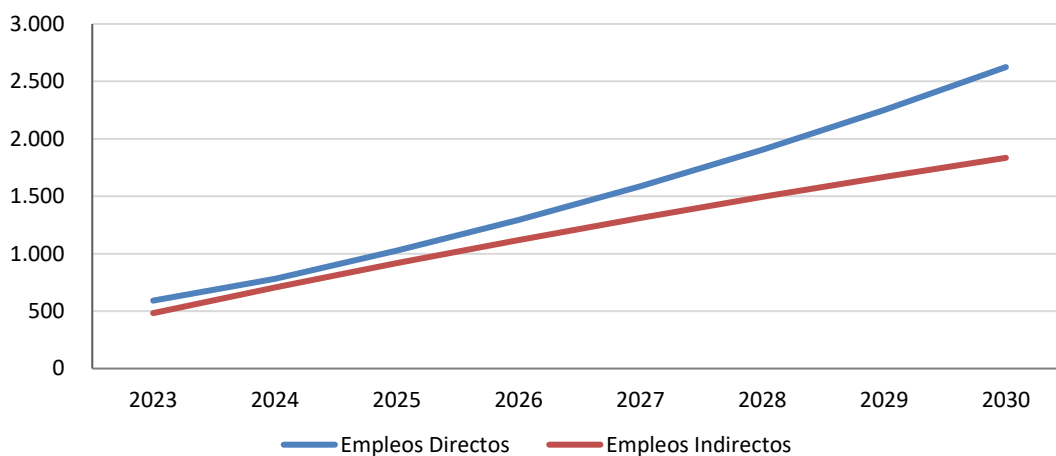


Fuente: Elaboración propia

### 7.3.7 Impacto en la generación de empleo

De acuerdo a las estimaciones del equipo consultor, por la implementación de la movilidad eléctrica en Bolivia, entre 2022 a 2030, se crearán 2.625 empleos directo y aproximadamente 1.834 empleos indirectos. Se asume que estos empleos serán de carácter técnico en los sectores de energía y en el transporte principalmente.

**Figura 44 Generación de empleo  
(Número de personas)**



Fuente: Elaboración propia

## **8 LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE MOVILIDAD ELÉCTRICA – ENME**

### **8.1 ANTECEDENTES**

Como se pudo evidenciar en los antecedentes regionales, la elaboración de una Estrategia con carácter nacional de movilidad eléctrica es una ruta adecuada para definir claramente las acciones necesarias a llevarse a cabo para acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica.

El desarrollo de la electromovilidad plantea varios retos a un país, la eliminación de las barreras debe congeniar visiones tanto a nivel nacional como local y sectorial una Estrategia Nacional tiene la función de avanzar en esta línea. Esta acción precisamente se convierte en la principal razón para la elaboración de una ENME.

De acuerdo con las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDCs), 22 países de la región (11 en América Latina y 11 en el Caribe) han identificado el transporte como un sector clave para alcanzar sus compromisos climáticos<sup>54</sup>. Muchos países y ciudades alrededor del mundo han dado señales claras para poner fin a los vehículos de combustión. Otros países han apostado por metas parciales (e.g. enfocadas a medios de transporte específicos o a escala sub nacional). Si bien Bolivia no ha incluido en sus NDCs metas en cuanto a movilidad, en la actualización de los NDCs prevista para ser entregada a inicios de 2021, se considera la inclusión de contribuciones en movilidad y específicamente en transporte público. En este sentido, la definición de objetivos y metas en electromovilidad a través de un documento consensuado serviría de base para el desarrollo de las políticas del sector.

### **8.2 LA ENME**

La ENME de Bolivia debe ser construida con una visión de 20 años y una aplicación de 5 años, revisable en la mitad del ciclo. Esta recomendación surge de la experiencia regional y coincide con la propuesta de implementación de herramientas de planificación pública de mediano plazo, tales como los Programas Municipales de Transporte (PROMUTs).

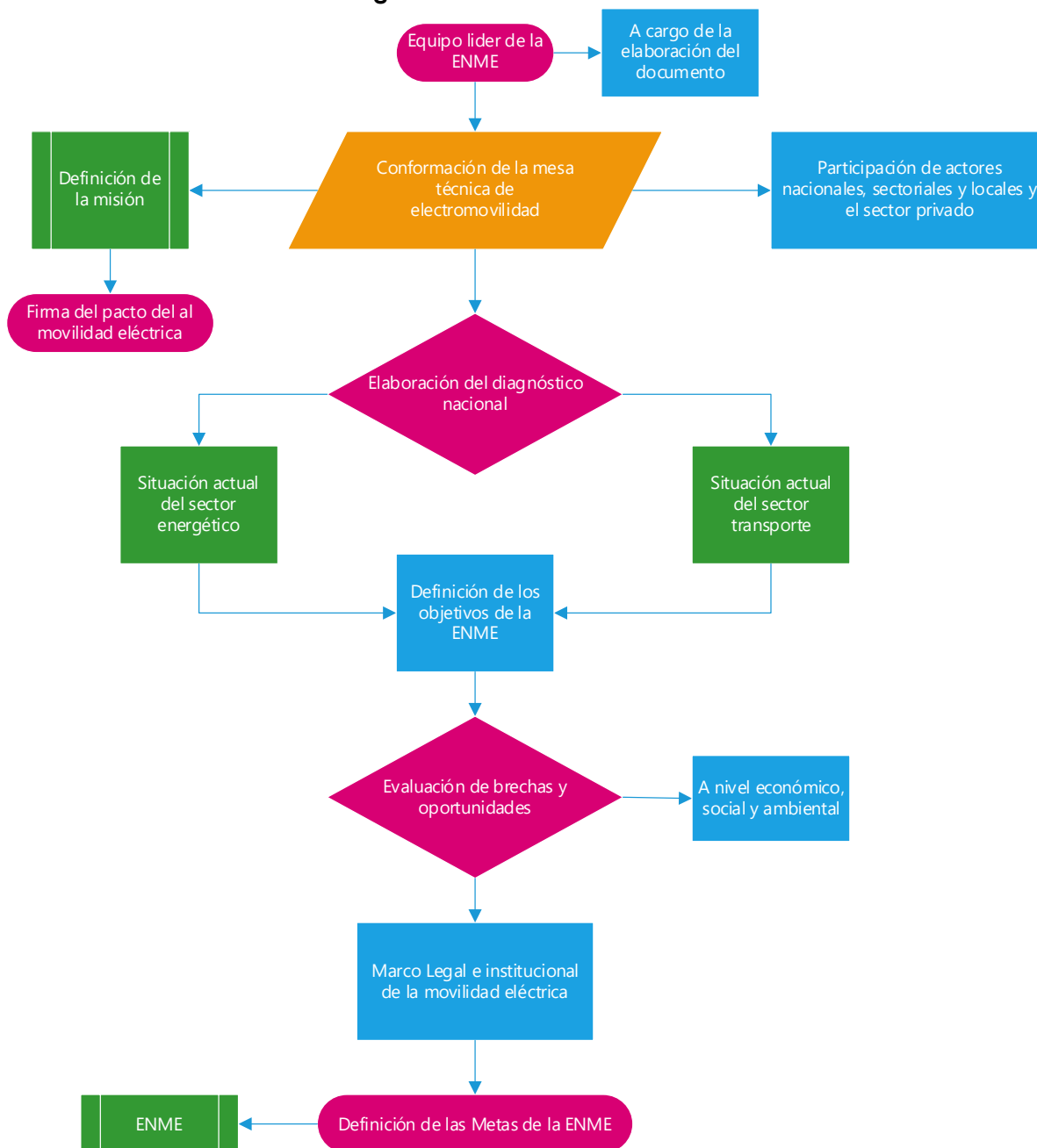
Otra de las características que debe tener la ENME es que debe ser una construcción bajo un enfoque participativo liderado por un equipo específico asignado a esta tarea. En el cuadro siguiente se presenta la ruta crítica para obtener la ENME.

---

54 [http://www.pnuma.org/cambio\\_climatico/publicaciones/Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20-%20Sumario%20Ejecutivo.pdf](http://www.pnuma.org/cambio_climatico/publicaciones/Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20-%20Sumario%20Ejecutivo.pdf)



**Figura 45 Estructura ENME**



Fuente: Elaboración propia

### 8.3 DEFINICIÓN DEL ENTE LÍDER DE LA ENME

La elaboración de la ENME requiere de un equipo técnico especializado, con conocimientos bien fundamentados sobre políticas de electromovilidad. Las tareas principales que tendrá el equipo son:

- Servir de enlace entre la entidad de promoción de la electromovilidad en Bolivia y los diferentes actores relevantes en la política en todos sus niveles
- Gestionará la conformación de la mesa técnica de electromovilidad. El BID junto al Ministerio de Obras Públicas gestionaron reuniones en 2020 de múltiples actores del nivel central y local del Estado en vista a la creación

de una mesa técnica. Estos avances podrían ser aprovechados como base para la creación de este espacio de diálogo y concertación.

- Elaboración del documento y consenso con todos los actores

El equipo no deberá estar conformado por más de 4 personas con los siguientes perfiles:

- Líder del equipo, experto en planificación estratégica con conocimientos sólidos en políticas de movilidad eléctrica
- Experto en movilidad, a cargo del diagnóstico sectorial y las propuestas en cuanto a objetivos y metas a alcanzarse en la estrategia
- Experto en energía, a cargo del diagnóstico sectorial, identificación de barreras técnicas para el desarrollo de la electromovilidad desde el lado de la infraestructura y cadena sectorial (generación, transmisión y distribución). Por otro lado, este experto propondrá las acciones para vencer estas barreras.
- Experto en participación, a cargo de los procesos de coordinación, consulta e interrelación con los diferentes actores público y privados interesados en la promoción de la electromovilidad. Estará a cargo de la coordinación de la mesa técnica, gestión de la firma del pacto por la electromovilidad, procesos de consulta y participación y la socialización de la ENME.

## 8.4 MESA TÉCNICA DE ELECTROMOVILIDAD

Inicialmente el interés de la promoción de la electromovilidad parte del sector energético y paralelamente del sector transporte, sin embargo, muchos más están interesados están relacionados directa o indirectamente con la temática, es por esto que la creación de una mesa de diálogo y concertación de intereses, es fundamental para avanzar rápidamente y en la misma línea. En la tabla siguiente, se propone las instituciones que deberán ser invitadas a formar parte de esta mesa, sin descartar la posibilidad de que surjan nuevos actores o que no hayan sido identificados en esta lista.

**Tabla 29 Roles e intereses ENME**

Actor	Rol / interés
<b>Ministerio de Hidrocarburos y Energías</b>	Interés en la expansión de la demanda interna de electricidad, reducción del consumo interno de hidrocarburos líquidos. Ser el líder en la promoción de la electromovilidad desde el nivel nacional. Su rol es clave a nivel de coordinación y promoción de la electromovilidad y forma parte central de la facilitación e implementación de la ENME
<b>Ministerio de Economía y Finanzas Públicas</b>	Impacto de la introducción de la electromovilidad en la subvención de los hidrocarburos. Impactos en empleo y diversificación de la economía. Su rol es facilitar información clave para el diagnóstico, guiar la inclusión de políticas factibles en temas impositivos y de incentivos fiscales. Promover inversiones de partida para el desarrollo de la electromovilidad.
<b>Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda</b>	Interés en el desarrollo de la electromovilidad en sí misma para promover la modernización del sector. A través del Viceministerio de transportes y el Viceministerio de Vivienda, promover la inclusión de las políticas de electromovilidad en el sector transporte y en la política de ciudades.

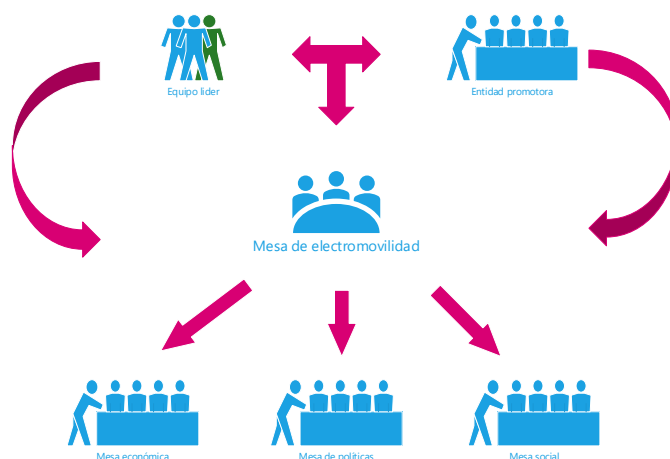
<b>Ministerio de Medio Ambiente y Agua y Autoridad de la Madre Tierra</b>	La participación de las máximas autoridades ambientales y climáticas de Bolivia en muchos países es la cabeza de sector impulsora de la electromovilidad. En Bolivia han jugado un rol secundario hasta la fecha y la promoción de la electromovilidad requiere de su involucramiento y priorización. A fin de poder acceder a asistencia técnica externa y financiamiento climático, es necesario que se ratifique la inclusión en los NDC's la electromovilidad. Su rol será la vinculación de los objetivos y metas de la ENME con los NDC's
<b>Empresas públicas de hidrocarburos y energía</b>	Bajo en mismo marco de intereses del sector, tiene un rol de facilitación de insumos para el diagnóstico y la validación de los objetivos y metas propuestos. Dentro de estas empresas, se identifican: YPFB, ENDE Corporación y todas sus filiales, YLB.
<b>Autoridades nacionales de fiscalización</b>	La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear (AETN), desde su rol fiscalizador aportarán con información para el Diagnóstico y validarán las políticas propuestas en la ENME.
<b>Gobiernos Autónomos Municipales</b>	Fundamentalmente los GAM capitales y El Alto, tiene el interés de incluir la electromovilidad en el transporte público y el transporte de última milla. Tienen un rol fundamental en la implementación de los proyectos de electromovilidad que ayudarán a cumplir las metas propuestas, por lo que su rol de validación realística es importante.
<b>Sector privado</b>	Dentro del sector privado existen múltiples actores interesados en la temática, todos con legítimos intereses comerciales, pero sin duda importantes para el desarrollo de la electromovilidad. A saber: Cámara Automotora de Bolivia y las empresas importadoras y productoras/ensambladoras de vehículos Asociación de Surtidores de hidrocarburos y asociados ONG's que trabajan en temas energéticos y de movilidad urbana
<b>Academia</b>	Tanto institutos de formación técnica como universidades deberían extender sus conocimientos y oferta académica en línea con la electromovilidad, su rol consiste en divisar las líneas de formación técnica e investigación que acompañen al desarrollo de la electromovilidad
<b>Banca Multilateral</b>	La banca multilateral está jugando un rol fundamental en los procesos de desarrollo de la electromovilidad en América Latina. A través de entrevistas del equipo consultor, se ha confirmado el interés de participar activamente en el acompañamiento al país en la temática. Banco Mundial (BM) Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) Banco de Desarrollo productivo (BDP)
<b>Sector transporte</b>	El sector autotransporte es el beneficiario final del material rodante y la infraestructura de la electromovilidad, su participación está ligada a los intereses de modernización de su sector y las oportunidades que genera la electromovilidad. Bajo es mismo interés se deberá y tener la participación de las empresas de transporte público masivo: La Paz Bus, BRT Santa Cruz, Mi Teleférico, Mi Tren.

Fuente: Elaboración propia

## 8.5 GOBERNANZA

A fin de generar una buena gobernanza para alinear las visiones sobre la electromovilidad en Bolivia en la ENME, se plantea la siguiente estructura.

**Figura 46 Mesa de electromovilidad ENME**



Fuente: Elaboración propia

El grupo líder trabajará directamente con la Entidad promotora de la electromovilidad las actividades de la ENME con la mesa de electromovilidad. Al interior de la mesa se crearán sub mesas sectoriales que analizarán y propondrán técnicamente las acciones a nivel de diagnóstico, beneficios, brechas y oportunidades y metas. Estas propuestas serán consideradas a nivel de la mesa y retroalimentadas al grupo líder para su inclusión.

## **8.6 PACTO DE LA ELECTROMOVILIDAD**

El pacto de la electromovilidad es un compromiso institucional de promoción y desarrollo de la temática. Es necesaria que se formalice a través de su firma. Podría ser realizada una vez que se tenga la Estrategia concluida, sin embargo, se sugiere hacerla al inicio del proceso para comprometer la participación activa en la mesa, dotar de la información necesaria para un buen diagnóstico y propuesta y finalmente ratificar el compromiso en la implementación de las acciones necesarias para alcanzar las metas propuestas país. Un buen ejemplo del pacto de la movilidad es el “**Compromiso público privado por la electromovilidad**” firmado en Chile en el año 2018.

## **8.7 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS**

Se propone una división sectorial del diagnóstico en el sector energético, como el proveedor de la energía necesaria para el desarrollo de la electromovilidad y el sector transporte como el usuario de esta. En ambos casos se tiene una buena base de información recopilada en el presente documento, sin embargo, se deberá ahondar el análisis en términos de necesidades de infraestructura de redes de electricidad, por ejemplo.

La definición de los objetivos se deberá plantear inicialmente de manera genérica (Objetivo principal) y en una lógica de priorización sectorial posteriormente (objetivos específicos) a continuación se encuentra una propuesta base de la discusión:

**Objetivo principal:**

Acelerar la introducción de la movilidad eléctrica en Bolivia, para mejorar la calidad de vida de las personas, luchar contra el cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

**Objetivos específicos:**

Promover la introducción de la electromovilidad en el siguiente orden de prioridad: transporte público masivo, transporte de carga, micro-transporte o transporte personal, transporte de uso intensivo (taxis y trufis), transporte individual o utilitario. Mejorar las condiciones de acceso a la tecnología y al financiamiento para la electromovilidad.

Gestionar recursos económicos para proyectos piloto demostrativos como herramienta eficaz de promoción y demostración de ventajas tecnológicas

## 8.8 METAS DE LA ENME

Las metas planteadas de la estrategia tienen que ser realistas y alcanzables. Se propone que se planteen metas país en términos y volumen e infraestructura

Como base de discusión, se plantean las siguientes metas:

1. Al año 2030, el 25% de las ventas de vehículos motorizados de 4 ruedas serán eléctricos. Meta 25@30.
2. Al año 2030 el 50% de los vehículos de los sistemas de transporte público masivo serán eléctricos y al año 2050 el 100%.
3. AL 2025 se tendrán 3000 taxis eléctricos en operación
4. Al 2030 el 25% de los camiones de carga y reparto serán eléctricos

El 40% de los vehículos motorizados en Bolivia tiene 10 años de antigüedad y el 50% 15 años. El otro 50% es muy viejo e ineficiente y requiere renovación, aquí surge el potencial de reemplazo de muchas unidades de transporte público por vehículos eléctricos. Las metas 2 y 3 están ancladas en este potencial.

No se recomienda incluir directamente metas en transporte utilitario ya que no es una prioridad en una visión energética y de movilidad urbana lo que no significa que se desarrollará dependiendo sobre todo de las condiciones de mercado. La experiencia internacional muestra que todos los incentivos e inversión pública para facilitar sistemas de carga e infraestructura para este sector no ha repercutido en la aceleración de la transformación a movilidad eléctrica influenciadas fuertemente por la diferencia de precios y en nuestro caso también por los precios subvencionados de los combustibles.

Adicionalmente podría ser considerada la propuesta de sustitución de microbuses y minibuses en 7.2.2 como base de discusión.

## 9 PROPUESTA DE MODELOS DE ASOCIACIÓN PÚBLICO – PRIVADA

## 9.1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de sociedades entre entidades del sector público y empresas privadas es relativamente frecuente en las economías del entorno latinoamericano<sup>55</sup> debido a las restricciones presupuestarias de las entidades públicas y a las múltiples necesidades del aparato productivo y de servicios para la población principalmente en las economías nacionales; estos acuerdos empresariales se realizan para afrontar proyectos de diversa tipología, múltiples escalas, y variados sectores económicos.

Así, las denominadas Asociación Público – Privadas (APP)<sup>56</sup>, son uno de los mecanismos más comunes para la promoción de la inversión privada y la generación de incentivos para el desarrollo económico. No obstante, Bolivia, según los lineamientos de política pública establecidos en la Constitución Política del Estado, ha seguido un modelo económico donde la inversión pública en los denominados sectores estratégicos<sup>57</sup>, se ha constituido en el principal actor en el desarrollo económico. Este hecho, no significa que la inversión privada carezca de un rol específico en la economía del país, tanto en el sector productivo como en el sector servicios, pero existen una serie de restricciones legales e institucionales que serán analizadas a detalle, cuando se trata de orientar la participación privada hacia los servicios públicos e iniciativas productivas vinculadas a los diferentes niveles de la administración del Estado.

En este apartado, en principio se definirá el concepto de la Asociación Público – Privada<sup>58</sup>. Posteriormente, se analizará a detalle la normativa vigente a nivel nacional y municipal sobre las diversas modalidades de participación de la inversión privada en los sectores de transporte y energía.

Para enriquecer el análisis ya descrito y potenciar la propuesta a desarrollarse, se realizará un estudio específico de legislación comparada con un caso de éxito en la región que permita obtener mayores perspectivas para el desarrollo de la propuesta. Finalmente, se abordará la propuesta de marco institucional y normativo para el desarrollo de las Asociaciones Público - Privadas con base al resultado de análisis en varios niveles que serán validados por la experiencia internacional.

## 9.2 DEFINICIONES DE UNA ASOCIACIÓN PÚBLICO - PRIVADA<sup>59</sup>

---

<sup>55</sup> Países de la región como Brasil, México, Colombia, Perú y Chile tienen una amplia tradición en la participación privada en la modalidad de Asociación Público - Privada, de acuerdo al Banco Mundial, en el Blog: <https://blogs.worldbank.org/es/ppps/una-d-cada-de-alianzas-p-blico-privadas-en-am-rica-latina-y-el-caribe-qu-hemos-aprendido>

<sup>56</sup> La terminología de esta modalidad de participación del sector privado varía de acuerdo a la bibliografía y la práctica en los diferentes países de habla hispana, es común encontrar términos como "participación", "alianza" o "asociación", entre otros.

<sup>57</sup> El sector minero y de hidrocarburos además de otros sectores de servicios tienen un carácter estratégico donde el Estado tiene mayor relevancia no solo en el proceso de inversión, sino en la administración de las empresas.

<sup>58</sup> Para la entrega final, se desarrollará un anexo conceptual sobre las diferentes tipologías; las ventajas y desventajas, así como un breve análisis de las condiciones de partida para la implantación exitosa de las Asociaciones Público - Privadas.

<sup>59</sup> "Asociación Público - Privada en América Latina. Afrontando el reto de mejorar y conectar las ciudades" de CAF - Banco de Desarrollo de América Latina.

A continuación, se citan de manera literal, una serie de definiciones sobre la Asociación Público – Privada:

- Definición de la Ley 1508/12 de la República de Colombia: “un instrumento de vinculación de capital privado, que se materializan en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes y mecanismos de pago, relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio”<sup>60</sup>.
- Banco Mundial: “Una asociación público-privada se refiere a un acuerdo entre el sector público y el sector privado en el que parte de los servicios o labores que son responsabilidad del sector público es suministrada por el sector privado bajo un claro acuerdo de objetivos compartidos para el abastecimiento del servicio público o de la infraestructura pública. Usualmente, no incluye contratos de servicios ni contratos llave en mano, ya que estos son considerados como proyectos de contratación pública, o de privatización de servicios públicos en los que existe un role continuo y limitado del sector público”<sup>61</sup>.
- Definición según el artículo 29 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1362, de la República del Perú: “las Asociaciones Público Privadas (APP) en el Perú se constituyen como una de las modalidades de participación de la inversión privada, en la que se distribuyen de manera adecuada los riesgos del proyecto y se destinan recursos preferentemente del sector privado, para la implementación de proyectos en los que se garanticen Niveles de Servicios óptimos para los usuarios. Esta modalidad se implementa mediante Contratos de largo plazo, en los que la titularidad de las inversiones desarrolladas puede mantenerse, revertirse o ser transferidas al Estado, según la naturaleza y alcances del proyecto y a lo dispuesto en el respectivo Contrato. Estas modalidades pueden ser de concesión, operación y mantenimiento, gestión, así como cualquier otra modalidad contractual permitida por ley”<sup>62</sup>.
- Banco Interamericano de Desarrollo BID: “Una asociación público-privada (APP) es un contrato a largo plazo entre una parte privada y una entidad gubernamental, para la provisión de un activo o servicio público en el que la parte privada asume una responsabilidad significativa en la gestión y el riesgo, y la remuneración está vinculado con el desempeño.”<sup>63</sup>
- CAF – Banco de Desarrollo de América Latina: “Aunque existen distintas definiciones de los proyectos de Asociación Público-Privada (APP) -public private partnerships (PPP), en inglés-, todas ellas comparten que se trata de proyectos que combinan la construcción y el mantenimiento de una infraestructura con la operación de algún servicio público utilizando

---

<sup>60</sup> [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1508\\_2012.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1508_2012.html)

<sup>61</sup> <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/es/asociaciones-publico-privadas/acerca>

<sup>62</sup> <https://www.mef.gob.pe/es/asociaciones-publico-privadas>

<sup>63</sup> <https://idbinvest.org/es/soluciones/servicios-de-asesoria/asociaciones-publico-privadas>

dicha infraestructura. Dichos proyectos, habitualmente de larga duración (hasta varias décadas), se determinan por parte del sector público, que contrata con un operador privado para que este -generalmente un consorcio entre varias entidades- se haga cargo de un conjunto de tareas, que pueden ir desde la financiación hasta la operación del servicio, pasando por la construcción y el mantenimiento de la infraestructura. Los proyectos de APP tienen un carácter acotado en cuanto a espacio y tiempo, a diferencia de las privatizaciones indefinidas, que pueden traspasar al sector privado todo un sistema (de transporte o energía, por ejemplo) por un periodo de tiempo indefinido, mientras que una APP transfiere ciertas responsabilidades al sector privado asociadas a un proyecto limitado en cuanto a objetivos, espacio y tiempo"<sup>64</sup>.

### **9.3 ASOCIACIONES PÚBLICO PRIVADAS EN LA LEGISLACIÓN NACIONAL.**

Como se señaló en los puntos anteriores, el desarrollo de las APPs tiene una importante presencia en distintos países de la región, independientemente de la denominación que reciban en las legislaciones internas de cada país. Como se verá más adelante, Bolivia no es la excepción, dado que la normativa nacional contiene importantes previsiones en materia de protección y promoción de inversiones del sector privado en general, así como de las Asociaciones Público Privadas en particular.

Así, es importante partir el análisis desde la norma suprema y fundamental del ordenamiento jurídico boliviano y la regulación del modelo económico que rige en nuestro país. Así, la Parte Cuarta de la Constitución Política del Estado referido a la Estructura y Organización Económica del Estado regula el modelo económico boliviano, que de acuerdo al artículo 306, es plural, y está constituido por las formas de organización económica comunitaria, estatal, privada y social cooperativa. De acuerdo a esta disposición constitucional, la economía plural articula las diferentes formas de organización económica, facultándolas a crear empresas mixtas, reconociéndose la importancia de la participación del sector privado en la economía, conforme lo ratifica el artículo 308 de la CPE que además consagra un reconocimiento y protección explícita a la iniciativa privada, garantizando al mismo tiempo la libertad de empresa y el ejercicio de las actividades empresariales.

En el marco de estas disposiciones constitucionales, la Asamblea Legislativa Plurinacional, así como el Órgano Ejecutivo, han emitido una serie de leyes y decretos supremos que regulan con mayor amplitud y precisión la participación de la inversión privada en proyectos de desarrollo económico y social. En los siguientes puntos se analizará la legislación nacional vigente que regula las Asociaciones Público-Privadas como mecanismos de inversión conjunta entre las entidades del sector público y la iniciativa privada, considerando la

---

<sup>64</sup><https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1179/APP%2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



normativa del nivel central como de los niveles subnacionales, concretamente los municipios.

### 9.3.1 Normativa del nivel central

Una de las normas que destacada en el ámbito de las Asociaciones Público Privadas es la Ley N° 466 de la Empresa Pública de 26 de diciembre de 2013, por haber incorporado en el ordenamiento jurídico a la figura de las Alianzas Estratégicas. La Ley de la Empresa Pública norma el régimen de las empresas públicas del nivel central del Estado, que comprende a las empresas estatales, empresas estatales mixtas, empresas mixtas y empresas intergubernamentales, que según el artículo 6 de la referida ley, define cada una de las tipologías de empresas estatales, de la siguiente manera:

*"I. Las empresas públicas de carácter estratégico o social tendrán la siguiente tipología:*

**a. Empresa Estatal - EE**, cuyo patrimonio pertenece en un 100% (cien por ciento) al nivel central del Estado.

**b. Empresa Estatal Mixta - EEM**, cuyo patrimonio está constituido por aportes del nivel central del Estado mayores al 70% (setenta por ciento) y menores al 100% (cien por ciento), y aportes privados de origen interno y/o aportes de empresas públicas o privadas extranjeras; en este tipo de empresas podrán participar como otro socio las Entidades Territoriales Autónomas - ETAs.

**c. Empresa Mixta - EM**, cuyo patrimonio está constituido por aportes del nivel central del Estado desde el 51% (cincuenta y uno por ciento) y hasta el 70% (setenta por ciento), y aportes privados de origen interno y/o aportes de empresas públicas o privadas extranjeras; en este tipo de empresas podrán participar como otro socio las ETAs.

**d. Empresa Estatal Intergubernamental - EEI**, cuyo patrimonio está constituido por aportes del nivel central del Estado desde el 51% (cincuenta y uno por ciento) y menores al 100% (cien por ciento) y aportes de las ETAs."

Además de definir a cada uno de los tipos de empresas públicas, el parágrafo II., del mismo artículo 6, establece una importante restricción para la conformación de las diferentes empresas estatales, disponiendo que el nivel central del Estado deberá ejercer el control y dirección de las empresas.

No obstante que la Ley de la Empresa Pública regula esencialmente el régimen de las distintas empresas estatales del nivel central, uno de los aspectos más sobresalientes de esta norma, radica en la incorporación de la figura de las Asociaciones Público Privadas en la legislación boliviana. Así, el artículo 8 de la referida norma, bajo el denominativo de "ALIANZAS ESTRATÉGICAS" faculta a las empresas públicas a suscribir contratos para establecer alianzas estratégicas de inversión conjunta con empresas públicas o privadas constituidas en el país y/o con empresas públicas o privadas extranjeras.

Asimismo, el parágrafo II. del artículo 8 citado, precisa que la asociación accidental es una modalidad de alianza estratégica, estableciendo que ésta

tiene carácter transitorio y es utilizada para el desarrollo o ejecución de una o más operaciones específicas a cumplirse mediante inversiones conjuntas, y que este tipo de asociación carece de personalidad jurídica y de denominación, y deberá celebrarse mediante escritura pública e inscribirse en el registro de comercio.

Otra de las leyes que contiene previsiones acerca de las alianzas estratégicas es la Ley N° 516 de Promoción de Inversiones, promulgada el 4 de abril de 2014, que establece el marco jurídico e institucional para la promoción de inversiones<sup>65</sup> en el Estado Plurinacional de Bolivia. Esta ley describe en su artículo 9, parágrafo I., los diferentes mecanismos de inversión, entre los que contempla a los "Contratos u otros instrumentos de inversión conjunta". De acuerdo a esta disposición, la inversión privada puede materializarse a través de contratos de inversión conjunta, entre empresas estatales e inversionistas privados.

No obstante que la normativa nacional privilegia la participación de las empresas estatales del nivel central en los contratos de inversión conjunta, el parágrafo III del artículo 16 de la Ley N° 466, faculta a las Entidades Territoriales Autónomas a concurrir con la inversión estatal productiva para la implementación de emprendimientos económicos, con la finalidad de fortalecer y consolidar el desarrollo de su región. Esto coincide con el artículo 21, parágrafo VI de la Ley N° 516, que faculta a las entidades territoriales autónomas a otorgar incentivos para las inversiones concurrentes.

Finalmente, en enero de 2018 se emite la norma que regula las alianzas estratégicas y los contratos de inversión conjunta señalados por el Parágrafo I del Artículo 8 de la Ley N° 466 de la Empresa Pública y de la Ley N° 516 de Promoción de Inversiones, que contiene una regulación específica sobre las Asociaciones Público Privadas. El Órgano Ejecutivo aprobó el DS 3469 de 24 de enero de 2018, bajo la denominación de "Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta", que establece los preceptos y el contenido mínimo de los Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta.

Este Decreto Supremo, describe unos preceptos orientadores para el establecimiento de Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta, entre los que enuncia las siguientes:

- a) El nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, mantendrán la propiedad de sus bienes durante toda la ejecución del Contrato de Alianza Estratégica de Inversión Conjunta;
- b) Los Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta deberán observar la normativa sectorial que corresponda;
- c) Los Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta deberán promover la inversión y complementariedad de la economía plural.

---

<sup>65</sup> De acuerdo al artículo 4 de la Ley N° 516, la inversión es definida como "Toda colocación de aportes de inversión en los diferentes mecanismos de inversión de acuerdo a lo señalado en la presente Ley, destinados al desarrollo permanente de actividades económicas y a la generación de rentas que contribuyan al crecimiento y desarrollo económico y social del país".

Según el artículo 3 del mencionado decreto, se faculta a las empresas públicas a suscribir contratos para establecer alianzas estratégicas de inversión conjunta con empresas públicas o privadas constituidas en el país y/o con empresas públicas o privadas extranjeras que cumplan con los requisitos de Ley para el ejercicio habitual de actos de comercio en el país. De acuerdo al párrafo III del mismo artículo, las Entidades Territoriales Autónomas pueden participar en Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta, observando lo establecido en la Ley N° 466, Ley N° 516, Código de Comercio y la normativa que les rige, según corresponda.

Sobre la base de toda la normativa existente en materia de promoción de inversiones y fomento a la constitución de alianzas estratégicas de inversión conjunta, se puede afirmar que en la actualidad se cuenta con la estructura normativa base para articular la inversión privada, ya sea nacional o extranjera, con la inversión pública, para la ejecución de proyectos de desarrollo económico y social. Esta estructura normativa vigente tiene un alcance nacional y cuenta con una habilitación expresa a los niveles subnacionales para hacer uso de instrumentos de inversión conjunta. Sin embargo, se identifican algunas restricciones<sup>66</sup> que podrían ser superadas en el marco de las posibilidades de conformación de empresas mixtas y empresas intergubernamentales<sup>67</sup> o, en su defecto, generando una normativa propia de los niveles subnacionales, más concretamente, de los gobiernos autónomos municipales.

#### **9.3.1.1 Aplicación de las Asociaciones Público Privadas en el sector eléctrico.**

Ingresando a la normativa sectorial correspondiente al sector de electricidad, es necesario analizar la estructura institucional y normativa del sector, considerando particularmente a las empresas estatales que conforman la red de operadores de la industria eléctrica.

En este sentido, corresponde revisar la normativa que regula a las empresas operadoras del sector eléctrico, en general, y de las empresas estatales o con participación accionaria estatal, en particular. Así, el DS 29644 de 16 de julio de 2008, establece que la Empresa Nacional de Electricidad - ENDE, es una empresa pública nacional estratégica y corporativa, con una estructura central y empresas de su propiedad, con presencia a nivel nacional en todas las actividades de la industria eléctrica.

---

<sup>66</sup> La normativa específica sobre los Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta contenida en el DS 3469 se ha emitido en el marco del Párrafo I del Artículo 8 de la Ley N° 466 de la Empresa Pública y de la Ley N° 516 de Promoción de Inversiones, que esencialmente se aplican a las empresas del nivel central del Estado o que cuenten con participación mayoritaria del nivel central. Estas disposiciones no cuentan con regulaciones específicas sobre empresas municipales ni contemplan una tipología específica para empresas municipales. Esto obedece en principio a un aspecto competencial, ya que debe ser regulado por las instancias legislativas de los gobiernos autónomos municipales.

<sup>67</sup> No obstante, si bien el ámbito de aplicación de la Ley N° 466 y la Ley N° 516 además del DS 3469 no es explícita a los niveles subnacionales, las Empresas Estatales Mixtas, las Empresas Mixtas y las Empresas Estatales Intergubernamentales admiten la participación de las Entidades Territoriales Autónomas como socios de estas empresas a través de aportes que en ningún caso pueden superar el 49%.

De acuerdo al artículo 3, parágrafo II., ENDE, es la responsable de operar y administrar las empresas eléctricas de generación, transmisión y/ o distribución, en forma directa, asociada con terceros o mediante su participación accionaria en sociedades anónimas, sociedades de economía mixta y otras dispuestas por Ley.

Finalmente, el DS N° 267 de 26 de agosto de 2009 aprueba los Estatutos de ENDE, que posteriormente es modificado por el DS N° 1691 de 14 de agosto de 2013. De acuerdo al artículo 6 de los Estatutos de ENDE Corporación, el objeto de esta empresa es desarrollar las actividades de toda la cadena productiva de la industria energética; esto es, generación, transporte o transmisión, distribución y comercialización, así como actividades de importación y exportación de electricidad. El desarrollo de estas actividades puede realizarse por sí misma, a través de sus empresas filiales o subsidiarias bajo su control y dirección, o asociada con terceros, atendiendo a su naturaleza corporativa. Según el parágrafo III del artículo 9 de los Estatutos, las empresas filiales y subsidiarias sobre las que ENDE matriz ejerce control y dirección se constituyen en las instancias operativas de ENDE Corporación, pero mantienen su carácter de personas jurídicas independientes.

Entonces, el marco normativo institucional del sector eléctrico define a ENDE como una empresa estatal corporativa que opera la cadena de electricidad, entre ellas la distribución, por sí misma o a través de sus empresas filiales y subsidiarias<sup>68</sup> así como a través de terceros, y como empresas estatales con participación accionaria se encuentran habilitadas legalmente para suscribir Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta con empresas privadas nacionales o extranjeras, ya sea a través de ENDE Corporación (Casa Matriz) o a través de sus empresas filiales como DELAPAZ, ELFEO y ELFEC.

### **9.3.1.2 Participación de inversión privada en la Distribución de electricidad**

Una vez establecida la existencia de una estructura normativa que habilita a las empresas públicas a suscribir contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta con inversionistas del sector privado, es necesario explorar la normativa que regula la actividad de distribución de electricidad y establecer la posibilidad de participación de la inversión privada en dicha actividad.

En principio, y considerando que el suministro de electricidad a los distintos tipos de consumidores (entre los que se encuentra el vehículo eléctrico) es una tarea vinculada a la actividad de distribución de electricidad, conviene aclarar que la operación de actividades de distribución constituye una actividad regulada por el Estado y requiere de una autorización expresa del ente regulador del

---

<sup>68</sup> En la Disposición Final Primera de la Ley N° 466 de la Empresa Pública se determina que ELFEC S.A., DELAPAZ S.A., y ELFEO S.A., son empresas filiales de la estatal ENDE Corporación. No obstante, de acuerdo a la Disposición Transitoria Segunda de la Ley N° 466, estas empresas deben migrar a la nueva tipología de Empresas Estatales Mixtas, cumpliendo con el procedimiento establecido en la misma norma que concluye con el registro de la nueva tipología en el Registro de Comercio (FUNDEMPRESA). Dicha norma prevé que en tanto se cumpla con el procedimiento de migración, la empresa continuará desarrollando sus actividades conforme la normativa vigente. A la fecha, las empresas filiales no han adoptado aún la nueva tipología de Empresas Estatales Mixtas.

sector, tal como lo establece el artículo 51 del DS 071, cuando determina que la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear, tiene la atribución de otorgar, modificar y renovar títulos habilitantes y disponer la caducidad o revocatoria de los mismos.

No obstante que existen referencias normativas a la comercialización como una actividad de la industria eléctrica, toda la normativa vigente del sector eléctrico es uniforme al establecer que las actividades reguladas del sistema eléctrico son la generación, transmisión y distribución de electricidad. En este sentido, de acuerdo a la normativa vigente, la comercialización de electricidad no se encuentra dentro de las actividades reguladas de forma independiente de la distribución, sino que se integra a ésta y se realiza a través de operadores de distribución debidamente autorizados por el regulador.

Ahora bien, el suministro de electricidad a un nuevo segmento de consumidores como los vehículos eléctricos, puede implicar la realización de inversiones adicionales, así como determinados costos que tienen su impacto en la estructura tarifaria de las empresas de distribución. Al respecto, el régimen tarifario del sector eléctrico aplicable a la actividad de Distribución de electricidad, prevé que las tarifas base son aprobadas para cada empresa distribuidora por un periodo de 4 años, con base en un estudio tarifario que contemple la proyección de la demanda, los costos de suministro, costos de operación, costos de mantenimiento, costos administrativos, además de la cuota anual de depreciación de activos tangibles e intangibles, y otros relacionados con la actividad.

En este sentido, las inversiones adicionales necesarias como la relacionada a la infraestructura de carga podría estar considerada como parte de las inversiones afectadas a la concesión del distribuidor con su impacto en el plan de inversiones y en la estructura tarifaria, aspectos que deben ser analizados tanto por la empresa distribuidora como por el ente regulador.

Sobre la base de estos antecedentes normativos, la posibilidad del establecimiento de alianzas estratégicas de inversión conjunta entre la empresa estatal de distribución y un inversionista privado, constituye una excelente oportunidad para lograr la participación de la inversión privada en el financiamiento de la movilidad eléctrica, en el componente infraestructura de carga, adquisición de activos u otros. Asimismo, el ordenamiento jurídico señalado en puntos anteriores, permite la conformación de una empresa intergubernamental con la participación del nivel subnacional, concretamente, con los gobiernos municipales que tienen la competencia exclusiva sobre la regulación del servicio de transporte público, conforme lo establece la Ley N° 466 y el DS 3469, para lograr la implementación de proyectos de movilidad eléctrica, por el interés común que mantienen ambos niveles en el desarrollo de este tipo de proyectos.

### **9.3.2 Normativa de los niveles municipales**

Una vez que se ha identificado la normativa que permite la participación del nivel central del Estado en Asociaciones Público Privadas, particularmente, participar en la suscripción de Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta, a través de distintos mecanismos, corresponde analizar la regulación existente a nivel municipal relativa a la participación de inversión privada en proyectos de desarrollo económico y social encarados por los gobiernos autónomos municipales, más concretamente, en proyectos de movilidad urbana y transporte masivo, que corresponde a su competencia exclusiva.

#### **9.3.2.1 Mecanismos de participación de la inversión privada en la actividad de transporte**

En los acápites siguientes, se analizará los principales mecanismos que posibilitan la participación del sector privado, considerando principalmente a las Asociaciones Público Privadas y a las concesiones, analizando la normativa emitida por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP) y el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra (GAMSCS).

#### **9.3.2.2 Asociaciones Público Privadas en el transporte público municipal**

Inicialmente, tanto el GAMLP como el GAMSCS cuentan con legislación municipal específica referida a la movilidad y transporte urbano<sup>69</sup> que contemplan disposiciones relativas a la gestión de financiamiento y participación del sector privado en proyectos de pre inversión e inversión relacionadas al transporte público.

Así, de acuerdo al artículo 42 de la Ley Autónoma Municipal N° 015 del GAMLP, se faculta al GAMLP gestionar recursos de fuentes de financiamiento nacional y/o internacional, destinados a la pre inversión e inversión para infraestructura de transporte, en función a las prioridades establecidas en el PMUS y el PROMUT, en el marco de sus competencias. Asimismo, se dispone que la participación privada en la construcción, mejoramiento, mantenimiento, rehabilitación, reparación, financiamiento, operación, administración o explotación de infraestructura de transporte, se regirá por la Ley General de Transporte, la Ley Autónoma Municipal N° 015 y disposiciones normativas aplicables a la materia.

Por su parte, el artículo 26 de la Ley Autonómica Municipal GAMSCS N° 1216 faculta al Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, a gestionar recursos de fuentes de financiamiento nacional y/o internacional, destinados a la pre inversión e inversión para infraestructura de transporte, adquisición del material rodante y tecnologías, en función a las prioridades establecidas en la presente Ley. De igual forma se dispone que la participación privada en la construcción, mejoramiento, mantenimiento, rehabilitación, reparación, financiamiento, operación, administración o explotación de infraestructura de transporte, se regirá por la Ley General de Transporte, la Ley Autonómica

---

<sup>69</sup> En el caso del GAMLP, el 18 de abril de 2012 se promulga Ley Autónoma Municipal N° 015 "Ley Municipal de Transporte y Tránsito Urbano del GAMLP" que fue modificado por Ley N° 018 de 18 de mayo de 2012. En el caso del GAMSCS, el 16 de octubre se promulga la Ley Autonómica Municipal GAMSCS N° 1216 "Ley Autonómica Municipal General de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura".

Municipal GAMSCS N° 1216, su reglamento, Reglamento de Concesión, y disposiciones normativas aplicadas a la materia.

Como se puede apreciar, ambos gobiernos autónomos municipales cuentan con disposiciones específicas sobre gestión de financiamiento de fuente nacional o extranjera, para infraestructura de transporte y en el caso de Santa Cruz de la Sierra también para adquisición de material rodante, esto es, por ejemplo, una flota de buses.

Aunque en las normas sobre movilidad y transporte urbano de ambos municipios no existe una disposición expresa sobre su participación en Asociaciones Público Privadas, conviene recordar que el párrafo VI, del artículo 21 de la Ley N° 516 de Promoción de Inversiones, faculta a las Entidades Territoriales Autónomas a otorgar incentivos para las inversiones concurrentes con la inversión estatal productiva, es decir, a las inversiones que se realicen de manera conjunta con el nivel central del Estado, pudiendo implementar el mecanismo de los contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta con el sector privado. Recordemos también que la participación de los municipios en proyectos de desarrollo económico y social puede materializarse a través de la conformación de empresas mixtas, empresas estatales mixtas y empresas intergubernamentales, entre un municipio y una empresa del nivel central.

Esta visión de coparticipación entre el nivel central y los gobiernos municipales está respaldada también por el artículo 16 de la Ley N° 482 de 9 de enero de 2014 Ley de Gobiernos Autónomos Municipales, que faculta a los concejos municipales a *"Autorizar la participación del Gobierno Autónomo Municipal en las Empresas Públicas creadas por otros niveles de gobierno, dentro la jurisdicción municipal"*

Considerando este marco normativo vigente, se puede entender que la conformación de una empresa estatal con participación del nivel central y de un gobierno municipal constituye una vía idónea para la incursión de la inversión privada en proyectos de movilidad eléctrica bajo la figura de los contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta. Sin perjuicio de ello, los gobiernos autónomos municipales pueden ejercer su facultad legislativa para generar la normativa específica que regule a las Asociaciones Público Privadas como mecanismos para la atracción de inversiones del sector privado para el desarrollo de proyectos sobre movilidad eléctrica, prescindiendo, si se ve por conveniente, de la participación del nivel central.

### **9.3.2.3 Concesiones en el transporte urbano**

Otro de los mecanismos tradicionales de participación del sector privado en el desarrollo de proyectos a cargo de entidades públicas es la concesión. En los siguientes párrafos se analizará la normativa existente en los municipios de La Paz y Santa Cruz de la Sierra, respectivamente, que regulan la figura de la concesión aplicable al servicio de transporte urbano.

### 9.3.2.3.1 Gobierno Autónomo Municipal de La Paz

La normativa vigente en el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, respecto a la participación privada en proyectos vinculados al municipio, está definida en el Reglamento de Concesiones Municipales de 2014, que establece en su artículo 3 el ámbito de aplicación, señalando: *"El Reglamento de Concesiones Municipales es de aplicación y cumplimiento obligatorios, en la jurisdicción del Municipio de La Paz, por parte de todos los servidores públicos municipales y personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeros que tengan el interés de obtener una concesión y/o participen en el proceso de contratación y ejecución de la Concesión Municipal de: Obras Públicas Municipales, Uso de Bienes de Dominio Municipal y prestación de Servicios Públicos Municipales"*.

Asimismo, en el artículo 6, referido a las definiciones, indica en su inciso b) que la Concesión Municipal *"Es la transferencia temporal y revocable de atribuciones inherentes al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, mediante un Contrato Administrativo de Concesión Municipal, celebrado con una persona natural o jurídica, para que ésta, a su cuenta y riesgo, ejecute, administre, use, aproveche y/o explote una obra pública municipal, un bien de dominio municipal o para la prestación de un servicio público municipal, a cambio de una contraprestación. Se excluyen de la Concesión Municipal los bienes y servicios determinados por la Constitución Política del Estado y Leyes vigentes"*. En cuanto al contrato, el inciso e) define al mismo como: *"Contrato Administrativo mediante el cual el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz y el adjudicatario de una Concesión Municipal acuerdan las condiciones técnicas y financieras, los derechos exorbitantes de la Administración, la contraprestación exigida, las facultades de regulación, supervisión y control, y las demás especificidades de la relación concesionario – concedente"*. El inciso g), explicita el alcance de los servicios públicos municipales como: *"(Es) el conjunto de prestaciones cuyo dominio es reservado a la administración pública municipal para la satisfacción de las necesidades colectivas; dichas prestaciones, pueden ser realizadas directamente por la administración pública municipal por sí o a través de un tercero o indirectamente a través de un Concesionario"*.

Estas definiciones, muestran que, la normativa municipal vigente, establece que los servicios municipales en general, y el servicio de transporte municipal en particular, pueden ser objeto de concesiones abriendo así la posibilidad de inversiones privadas en la operación de La Paz Bus. Asimismo, el artículo 44 del Reglamento de Concesiones Municipales de 2014<sup>70</sup>, referido a la posibilidad de subvencionar con fondos municipales la prestación de servicios públicos, textualmente dice, en su párrafo I: *"Los Servicios de Aseo Urbano, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos, Transporte Urbano y aquellos Servicios Públicos Municipales que se establecieran expresamente por Decreto Municipal, podrán ser subvencionados para su Concesión Municipal, en virtud a*

---

<sup>70</sup> Este reglamento, incluye una serie de procesos operativos para viabilizar las concesiones municipales en los ámbitos de citados. Incluye también los pasos a seguir para que los inversores privados y/o unidades municipales solicitantes accedan al mecanismo de concesión.



*sus características y política municipal, debiendo esta calidad estar claramente establecida en la Resolución de Aprobación de iniciativa y en un Informe Económico específico emitido por la Dirección Especial de Finanzas".*

Por otro lado, el análisis de la Ley Municipal 71 del 25 de abril de 2014, define que la unidad encargada actualmente del transporte urbano La Paz Bus, es una unidad del sector público municipal. Al respecto, el artículo 5 referido a las definiciones, indica que el "Servicio de Transporte Municipal "SETRAM": *Es una instancia organizacional desconcentrada del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP), con independencia técnica y operativa, encargada de la prestación directa del Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros, bajo principios de eficiencia, accesibilidad, calidad, universalidad y seguridad".*

Asimismo, el artículo 6 de la Ley Municipal 71, sobre el Operador del Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros, muestra que la normativa vigente prevé que el transporte urbano puede ser objeto de una concesión al sector privado, al señalar: *"El Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros es potestad exclusiva del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, pudiendo ser prestado por sí, en forma directa a través del SETRAM o por un tercero a su nombre mediante concesión o autorización, conforme a la normativa municipal vigente".*

Finalmente, aun cuando, la Ley Municipal N° 15 de Transporte y Tránsito Urbano del 18 de abril de 2012, no prevé concesiones en el ámbito del transporte urbano, el análisis precedente indica que, al menos, existe la posibilidad de incluir a la inversión privada en la gestión, administración y operación del servicio municipal de transporte a través de un modelo de concesión municipal por un periodo de tiempo máximo de 30 años<sup>71</sup>.

#### **9.3.2.3.2 Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra**

La Ley Autonómica Municipal N° 1216 de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura del 12 de abril de 2019, establece los mecanismos para la participación de la inversión privada en el transporte urbano a través de concesiones y autorizaciones a los operadores de transporte en la operación de rutas y recorridos del servicio. La relevancia de esta Ley municipal, radica en el hecho de estar ampliamente relacionada con las reformas modernizadoras del transporte urbano en la ciudad de Santa Cruz vinculadas principalmente al desarrollo de Buses de Tránsito Rápido (BRT).

El marco normativo establecido en la Ley 1216, sufrió una serie de modificaciones debido a que la primera licitación de concesión para el Sistema BRT, fue declarada desierta. Es importante mencionar, que los operadores de transporte tradicional mantienen una serie de prerrogativas sobre el servicio de transporte público urbano puesto que las autorizaciones y concesiones se realizan con la participación exclusiva del sector cumpliendo los requisitos

---

<sup>71</sup> Reglamento de Concesiones Municipales de 2014 del Gobierno Autónomo municipal de La Paz en su artículo 18, parágrafo I.

establecidos en la reglamentación específica en cuanto a personería jurídica, capacidad financiera y operativa entre otros.

Así, la Ley Autonómica Municipal N° 1216, indica, en el Artículo 36, parágrafos I y II referidos a la concesión municipal, que: *"I (la concesión municipal) Es la relación jurídica por la cual el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, concede por un tiempo determinado, a una persona natural o jurídica, la prestación del servicio de transporte público en las rutas definidas por autoridad competente" y "II. El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, en el marco de sus competencias constitucionales y las facultades que le confiere la Ley, suscribirá contratos administrativos de concesión directa, con los operadores tradicionales del transporte urbano masivo de pasajeros, para la prestación del servicio de transporte público, previo el cumplimiento de requisitos establecidos por la reglamentación de la presente ley".*

El proceso de licitación para la concesión de este sistema en su primera fase estableció que los operadores tradicionales tienen prioridad para hacerse cargo de la operación por 15 años, en ese marco, se realizaron dos licitaciones (en diciembre de 2019 y enero 2020); la primera licitación, fue declarada desierta mientras que en la segunda licitación, realizada el 15 de enero del presente año, la concesión fue adjudicada a la Sociedad Civil "Línea 17-18" de Transporte Público Masivo "Chuturubí". Esta sociedad, está conformada por los transportistas históricos que prestaban servicios en la ciudad conformada principalmente por las líneas 17 y 18 que tuvieron que establecer una sociedad civil para ser sujetos de crédito para realizar una inversión de seis millones de dólares en material rodante y su puesta en marcha, además de ser consideradas como personas jurídicas en la licitación de referencia.

#### **9.3.2.4 Regulación de las tarifas de transporte urbano**

Finalmente, y toda vez que la implementación de la movilidad eléctrica puede implicar la realización de inversiones en infraestructura vial, adquisición de flotas de buses, instalación de infraestructura de carga de electricidad, sistemas de cobro, entre otros, ya sea a cargo de los gobiernos municipales, o de inversionistas privados, o de ambos, y que dichas inversiones y costos pueden tener impacto directo o indirecto en las tarifas de transporte público, es necesario revisar el régimen tarifario del transporte urbano y su regulación por los gobiernos autónomos municipales de La Paz y de Santa Cruz de la Sierra, respectivamente.

##### **9.3.2.4.2 Gobierno Autónomo Municipal de La Paz**

La Ley Municipal N° 15 de Transporte y Tránsito Urbano del 18 de abril de 2012, en su artículo 24 indica que "Las tarifas del servicio público de transporte urbano de pasajeros en todas sus modalidades, serán propuestas por la Autoridad Municipal de Transporte y Tránsito (AMTT) y aprobadas por el Alcalde o Alcaldesa, conforme a las normas, políticas y parámetros determinados en la Ley General de Transporte, siendo válidas para toda la jurisdicción del Municipio de La Paz...". Asimismo, el párrafo II del mencionado artículo, establece que

el “control y supervisión del cumplimiento de las tarifas aprobadas por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, estará a cargo de la AMTT”.

Las propuestas sobre el monto de las tarifas, tanto para el transporte sindicalizado como para el transporte municipal, se realizan en base a estudios técnicos especializados en base a estimaciones sobre los costos de transporte, a las distancias recorridas y al nivel de carga. Posteriormente, previa negociación, con los actores involucrados –usuarios, operadores, y la Autoridad Municipal de Transporte y Tránsito (AMTT)– son aprobadas por la Máxima Autoridad Ejecutiva del Municipio.

Cabe destacar que, en el caso del Servicio Municipal de Transporte, los decretos municipales definen no solo las tarifas del servicio y los estudios técnicos específicos para este fin, sino también las rutas y recorridos. Por ejemplo, el Decreto Municipal 006/2016 definió estos parámetros para los servicios municipales con origen en la Ciudadela Ferroviaria y destino Plaza Alonso de Mendoza y su correspondiente escala tarifaria.

#### **9.3.2.4.3 Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra**

La Ley Autonómica Municipal N° 1216 de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura, establece en el Capítulo VII, Artículo 56, párrafo II que *“La regulación de tarifas del Servicio de Transporte Público, será formulada por la Autoridad Competente en materia de Movilidad Urbana, bajo reglamentación específica, serán aprobadas conforme a las normas, políticas y parámetros previstos por ley y normativa vigente y aplicable”*, el párrafo III de la misma norma, establece que *“El control y supervisión del cumplimiento de las tarifas aprobadas por la instancia ejecutiva del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, estará a cargo de la Autoridad competente en materia de Movilidad Urbana”*.

De esta manera, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz, define que la Secretaría de Movilidad Urbana, al ser esta entidad la Autoridad Competente en materia de Movilidad Urbana, debe establecer las tarifas del transporte urbano y ejercer el control y supervisión del cumplimiento del pago definido. En la práctica, los niveles tarifarios se definen en base a estudios técnicos específicos que responden a la distancia recorrida, la capacidad de transporte, los costos operativos, entre otros aspectos que permiten estimar la denominada “tarifa técnica”<sup>72</sup>, para luego establecer negociaciones entre las partes interesadas – Municipio, operadores de transporte y representantes de los usuarios – y definir así la “tarifa usuario” definido como el monto efectivamente pagado por los ciudadanos.

Un aspecto muy relevante para la modernización del transporte urbano, consiste en el establecimiento del denominado sistema de recaudo<sup>73</sup> que

---

<sup>72</sup> “La tarifa técnica (referencial), corresponde al valor medio por viaje que es requerido para cubrir los costos de inversión, operación y el retorno sobre la inversión de los operadores y agentes del sistema de transporte público”, tomado del estudio “Estructuración del Modelo Tarifario del Sistema Metropolitano de Transporte Público de pasajero de Quito” elaborado por la consultora GSD+, 2017.

<sup>73</sup> La importancia del Sistema de Recaudo, además de permitir la optimización del tiempo de acceso al bus, permite mayor control sobre los montos recaudados por concepto de tarifa y la centralización del dinero

centraliza el dinero recaudado por los operadores de transporte en una caja común para luego ser distribuido proporcionalmente a los operadores de acuerdo a los servicios de transporte efectivamente prestados. Al respecto, la Ley 1216 del Municipio de Santa Cruz, establece en el parágrafo IV del artículo 56 que *"El servicio de cobro de la tarifa del servicio de transporte público, en los corredores de Buses de Transporte Rápido (BRT), será terciarizado por el operador concesionado, de acuerdo al reglamento específico aprobado por la autoridad municipal competente, a objeto de modernizar, garantizar la calidad, transparencia, integración e interoperabilidad de los subsistemas de transporte entre sí"*.

Dentro de los aspectos innovadores de la Ley 1216 del Municipio de Santa Cruz, el artículo 57 define una política de integración tarifaria que permita preservar el equilibrio entre la tarifa técnica y la tarifa usuario además de facilitar la complementariedad entre los diversos modos de transporte público. Sobre este aspecto, el parágrafo II del mencionado artículo establece que *"Las políticas de integración tarifaria, son medidas destinadas a mantener el equilibrio entre la Tarifa Usuario (TU) y la Tarifa Técnica (TT), que pueden ser cubiertas con la recaudación de recursos que genere la operación concesionada, y/o a través de la implementación de nuevas fuentes de recursos emergentes de las operaciones concesionadas, para el desarrollo de la gestión del Sistema de Movilidad"*<sup>74</sup>.

El parágrafo II, del Artículo 57, establece el vínculo entre los contratos de concesión de los operadores, la normativa municipal y, la normativa nacional, reconociendo explícitamente a los lineamientos de la Ley General del Transporte N° 165 en lo referente a la definición de tarifas del transporte urbano, literalmente, el mencionado parágrafo indica que *"La tarifa del servicio de transporte público, así como sus posteriores ajustes, será determinada aplicando las condiciones y límites establecidos con base en los contratos de concesiones referidas en el art 37 de la presente ley. Las tarifas serán determinadas en base a los principios y parámetros de la Ley General del Transporte N°165 y su actualización periódica se realizará conforme a la normativa citada, la presente Ley y su reglamento"*.

#### **9.4 ESTUDIO DE LOS MODELOS DE FINANCIAMIENTO APLICADOS EN EL ÁMBITO MUNICIPAL.**

Dado que la regulación del servicio de transporte constituye una competencia municipal, es necesario evaluar los modelos de financiamiento aplicados por los diferentes gobiernos municipales, para el funcionamiento de los sistemas de transporte urbano. En este sentido, a los siguientes apartados se analizará los modelos aplicados por municipios en el financiamiento de los sistemas de transporte, concretamente en el financiamiento para la adquisición de la flota

---

cobrado, el cual, eventualmente puede constituirse parcialmente en un fondo de garantía ante préstamos o en un fideicomiso para diversos usos.

<sup>74</sup> En la práctica se trata de un subsidio cruzado entre los viajes de mayor distancia respecto a los viajes de corta duración asumiendo una estructura tarifaria única (si considerar la distancia kilométrica), lo cual se interpreta como un apoyo indirecto de la población residente en los alrededores de los centros urbanos a la población de ingreso medio – bajo, que suele residir en zonas periurbanas.

rodante (buses), esto es, el modelo de financiamiento público y el modelo de concesión a operadores privados, empleados por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz y por el Gobierno autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra.

#### **9.4.1 Modelo de gestión de financiamiento público aplicado por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.**

El servicio de transporte público en el municipio paceño es regulado especialmente por dos leyes municipales, la Ley Municipal Autonómica N° 015 "Ley Municipal de Transporte y Tránsito Urbano" y la Ley Municipal Autonómica N° 071 "Del Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros", con base en estas y otras disposiciones normativas se exponen los principales lineamientos sobre el modelo aplicado en el municipio paceño.

La descripción contenida en el artículo 15 de la Ley Autonómica Municipal N° 015, expone que el Servicio Público de Transporte Urbano de Pasajeros tiene las siguientes características: Está destinado únicamente al traslado de pasajeros, se realiza dentro del radio urbano, es prestado por operadores en forma continua, uniforme, regular, permanente e ininterrumpida, a persona indeterminada o a la población en general, mediante diversos medios, previo pago de una tarifa. De acuerdo con la capacidad del vehículo el servicio público de transporte urbano se clasifica en:

1. Servicio público de transporte urbano masivo
2. Servicio público de transporte urbano colectivo.
3. Servicio público de transporte urbano individual o exclusivo.

Con mayor precisión, el artículo 22 de la misma norma determina que el servicio público de transporte urbano de pasajeros masivo y/o colectivo será prestado por los operadores, previa autorización emitida por la AMTT.

Para comprender el alcance del término operador a que refiere la citada ley municipal, las definiciones contenidas en el artículo 7 de dicha norma, define al operador como "Persona natural o jurídica, privada o pública, autorizada, que presta el servicio público de transporte urbano de pasajeros, conforme a la presente Ley y la Ley General de Transporte". Otra definición importante es el referido a un tipo de operador denominado autorizado, que según la norma citada es "Operador sindicalizado o no sindicalizado que presta el servicio público de transporte urbano, en virtud de una autorización".

En este sentido, el operador del servicio de transporte puede ser una persona natural o jurídica, puede ser pública o privada, siempre que cuente con una autorización de la autoridad competente. Esta disposición permite a los transportistas sindicalizados o empresas de transporte sindicalizados a prestar el servicio de transporte público de pasajeros, a cambio de una retribución consistente en el cobro de una tarifa de transporte. De acuerdo a una

publicación del GAMLP<sup>75</sup> existen 540 rutas autorizadas por el municipio, donde operan más de 15.000 vehículos de transporte público.

Si bien esta modalidad de servicio de transporte emplea a un operador privado para la prestación del servicio, la intervención del municipio es determinante, puesto que debe emitir la autorización a los operadores, así como aprobar la tarifa de transporte público, las rutas de circulación y velar por la calidad del servicio. Aunque el carácter privado del operador es relevante en el sistema, principalmente por la inversión en la adquisición y renovación de la flota rodante (vehículo) así como en los gastos de operación y mantenimiento, que corren por cuenta del operador autorizado, el carácter de servicio público del transporte de pasajeros y la presencia de una entidad pública como el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, para regular la prestación de este servicio, configuran un sistema de transporte público de pasajeros con operadores privados basado en autorizaciones emitidas por el municipio, que además regula el aspecto económico, técnico y de calidad del servicio.

Sin embargo, como fue establecido en las definiciones de la Ley Autonómica Municipal N° 015, el operador del servicio público de transporte colectivo también puede ser prestado por un operador público. En este caso, de acuerdo al artículo 6 la Ley Municipal Autonómica N° 071 el servicio público de transporte colectivo prestado directamente o mediante concesión por el propio municipio paceño, estableciéndose para tal efecto, el Servicio de Transporte Municipal (SETRAM) como instancia organizacional desconcentrada del GAMLP que cuenta con independencia técnica y operativa.

Luego de varios estudios realizados sobre el sistema de transporte en La Paz, el GMALP inició la primera modalidad de buses del Sistema Integrado de Transporte La Paz Bus, con el lanzamiento del Bus Pumakatari, que es administrado por el Servicio de Transporte Municipal, de acuerdo a las regulaciones contenidas en las disposiciones de la Ley Municipal Autonómica N° 071 "Del Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros".

En este marco, el 17 de diciembre de 2012 el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, firmó el contrato para la compra de 61 buses por un monto de 65 millones de bolivianos, con la empresa Fabros Motors, representante de King Long de la China. Estos 61 buses arribaron a La Paz el 5 de enero de 2014 y el 24 de febrero se inauguran las 2 primeras rutas.

#### **Características:**

1. Las puertas son exclusivamente de entrada o salida.
2. El bus tiene dos cámaras de seguridad.
3. Un torniquete evita la evasión del pasaje.
4. Tiene capacidad para 61 personas: 29 sentadas y 32 de pie.

---

<sup>75</sup> Extraído de la Historia de La Paz Bus, contenido en el documento "El inicio de la transformación del transporte en La Paz" publicada en <http://www.lapazbus.bo/fileman/Uploads/files/Historia%20Puma.pdf>

5. Existen asientos que están destinados a embarazadas, adultos mayores, niños y personas con capacidades diferentes.
6. Tiene un espacio para personas en sillas de ruedas.
7. Cuando un pasajero llega a su lugar de destino un pasajero solo debe presionar el botón de parada.
8. Se cuenta con un anfitrión que cobra el pasaje y orienta sobre el servicio.
9. Cuenta con pasamanos verticales y horizontales, además de agarradores individuales.
10. Cuenta con dos pantallas que ofrecen diversa información.
11. El conductor se comunica a través de un sistema de información.
12. Cuentan con letreros LED que informan continuamente sobre la ruta y las paradas.
13. El motor cumple con la Norma Euro III de emisión de gases, por lo que es amigable con el medio ambiente.
14. Tiene un motor de 300 caballos de potencia que permite acceder a las altas pendientes de la ciudad.
15. El Bus cuenta con botiquín de primeros auxilios y extinguidor de incendios.
16. La puerta posterior tiene un ascensor hidráulico para permitir el ingreso de personas en silla de ruedas.

El 4 de abril de 2018, el Alcalde Municipal presentó dos contratos para la adquisición de una tercera flota de buses compuesta por 72 unidades por un costo total de 78,2 millones de bolivianos. Con esta adquisición, sumados a los 80 buses adquiridos en la segunda fase, La Paz Bus contaba con 213 unidades, para cubrir las 12 rutas consideradas en la planificación.

Más allá de las características técnicas de los buses y los detalles de la planificación del sistema de transporte, el factor sobresaliente de esta modalidad de servicio de transporte es que el financiamiento de la inversión en la flota rodante ha sido asumido por el municipio paceño, así como los costos de operación y mantenimiento. Es decir que, a diferencia de la prestación del servicio público de transporte colectivo por operadores particulares, el servicio prestado por La Paz Bus, constituye un servicio público municipal de transporte colectivo de pasajeros, administrado por el Sistema de Transporte Municipal (SETRAM) y que emplea recursos públicos para las inversiones asociadas a la adquisición de los buses, así como de los costos de operación y mantenimiento.

En este sentido, el municipio de La Paz, desde el punto de vista del financiamiento de la inversión en la adquisición de la flota rodante, coexisten dos modalidades de prestación de servicio de transporte de pasajeros: 1) El servicio público de transporte urbano colectivo con operador privado, constituido por los transportistas sindicalizados que cuentan con una autorización municipal para operar en las rutas asignadas y a cambio de una tarifa también aprobada por el municipio, y 2) El servicio público municipal de

transporte colectivo de pasajeros con operador público, a cargo de La Paz Bus, administrada por el Sistema de Transporte Municipal del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. En este caso, se entiende que la administración y operación de La Paz Bus se realiza en el marco de las disposiciones administrativas que rigen al sector público, con todas sus limitaciones.

#### **9.4.2 Modelo concesional aplicado por el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra**

El servicio de transporte público en el municipio de Santa Cruz de la Sierra está regulado por la Ley Autonómica Municipal N° 1216 de Movilidad Urbana, Integral, Sostenible y Segura de 12 de abril de 2019, que en su artículo 20 define al transporte público como aquel medio empleado para trasladar personas o bienes, de un lugar a otro, bajo los principios de la sostenibilidad y seguridad. Asimismo, determina que este servicio puede ser prestado por el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra de manera directa o indirecta.

En la misma norma, se realiza una clasificación de los tipos de transporte público en función a determinados criterios. En lo sobresaliente, subclasifica el transporte público masivo en:

- a) Transporte público masivo integral de alta capacidad, de sesenta (60) o más pasajeros, cuyo servicio será prestado en áreas de alta densidad, alta demanda de pasajeros, cuya cobertura se efectuará en vías urbanas troncales y corredores de Buses de Tránsito Rápido (BTR) u otro medio de transporte masivo (Tren, Transvía), según normas vigentes y bajo la planificación urbana.
- b) Transporte público integral masivo de mediana capacidad, entre treinta (30) y cincuenta y nueve (59) pasajeros, cuyo servicio será prestado en áreas de gran demanda de pasajeros, y su recorrido se efectuará en la red vial principal, calles secundarias que corresponde a la trama vial compuesta por anillos, radiales y avenidas que definen las unidades vecinales.
- c) Transporte público integral masivo, menor a veintinueve (29) pasajeros, cuyo servicio será prestado en áreas de pasajeros, en los barrios y sus interconexiones y su recorrido se realizará en los anillos de la ciudad, calles barriales y avenidas que requieran un estudio específico, técnico y en la reglamentación según los estudios y cantidad de pasajeros que distribuyan, referidas a vías distribuidoras locales o colectoras y calles.

Con relación al operador del servicio de transporte público, el artículo 21 de la norma citada señala que se constituirán como operadores todas las personas naturales y/o jurídicas, debidamente autorizadas o concesionadas, por la Autoridad competente en materia de movilidad urbana, para la prestación del servicio de transporte público, previo cumplimiento de los requisitos establecidos mediante la presente norma y su respectiva reglamentación.



En el caso de la otorgación de concesión a un operador para prestar el servicio de transporte, el artículo 36, parágrafos I y II de la ley referida, dispone que la concesión municipal es la relación jurídica por la cual el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de las Sierras, concede por un tiempo determinado, a una persona natural o jurídica, la prestación del servicio de transporte público en las rutas definidas por autoridad competente. Asimismo, se faculta al Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de las Sierras, a suscribir contratos administrativos de concesión directa, con los operadores tradicionales del transporte urbano masivo de pasajeros, para la prestación del servicio de transporte público.

Con mayor precisión y amplitud, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de las Sierras ha emitido el Decreto Municipal N° 033/2019 que aprueba el Reglamento Especial de Concesiones Administrativas Municipales de Transporte Público Masivo de Alta Capacidad, que constituye una norma especial en materia de concesión del servicio de transporte a determinados operadores.

Así, de acuerdo al artículo 4 del referido decreto, la Concesión Municipal es definida como la transferencia temporal y revocable de atribuciones inherentes al Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de las Sierras, mediante un Contrato Administrativo de Concesión Municipal, celebrado con una persona natural o jurídica, para que ésta, a su cuenta y riesgo preste un Servicio Público. De igual forma, define al Contrato de Concesión como el Contrato Administrativo mediante el cual el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de las Sierras y el adjudicatario de una Concesión Municipal acuerdan las condiciones técnicas y financieras, los derechos exorbitantes de la Administración, la contraprestación exigida, las facultades de regulación, supervisión y control, y las demás especificidades de la relación concesionario – concedente.

Una de las características más importantes es la temporalidad de la concesión que, de acuerdo a este decreto, no puede ser mayor a 15 años. Asimismo, la contraprestación es un aspecto relevante en la aplicación de la figura de la concesión que, de acuerdo al artículo 17, se establece que los Concesionarios para la prestación de Servicios de Transporte Público Masivo de Alta Capacidad, serán retribuidos con el pago de recursos, emergentes de las tarifas que el Concesionario percibirá de los usuarios del servicio, una vez deducidos los gastos de operación por parte del Ente Recaudador. Además de estos aspectos, el artículo 18 determina el contenido mínimo de los contratos de concesión. Finalmente, el artículo 27 define un aspecto determinante para este sistema concesional, el referido al financiamiento de la inversión en la flota rodante. De acuerdo a este artículo, todas las inversiones previstas para la prestación del Servicio de Transporte Público Masivo de Alta Capacidad, se efectuarán por cuenta y riesgo del Concesionario.

Sobre la base de este marco normativo sobre la concesión del servicio de transporte público, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de las Sierras, realizó dos licitaciones (en diciembre de 2019 y enero 2020); la primera licitación, fue declarada desierta mientras que, en la segunda licitación, realizada el 15

de enero de 2020, mediante Resolución Administrativa de Adjudicación N° 13/2020 de 27 de febrero de 2020, se adjudicó la concesión a la LINEA 17 Y 18 DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO CHUTURUBÍ SOCIEDAD CIVIL. Esta sociedad está conformada por los transportistas históricos que prestaban servicios en la ciudad conformada principalmente por las líneas 17 y 18 que conformaron una sociedad civil para ser sujetos de crédito para realizar una inversión de seis millones de dólares en material rodante y su puesta en marcha. Con base en esta adjudicación, el 4 de marzo de 2020 se suscribió el CONTRATO ADMINISTRATIVO SMAF N° 30/2020 "CONCESIÓN PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO DE ALTA CAPACIDAD EN EL CORREDOR DE BUSES DE TRANSITO RÁPIDO (BTR) FASE "1A" PRIMER ANILLO, EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA.

De acuerdo a la cláusula cuarta del contrato el concesionario adquiere los derechos y obligaciones para la operación preferencial y no exclusiva en la ruta señalada, del servicio público de transporte en la modalidad de transporte masivo BTR, pudiendo operar excepcionalmente en carriles de tráfico mixto bajo las condiciones que establezca el municipio.

Con relación a la flota nueva para la operación, la cláusula décimo primera del contrato establece que es responsabilidad del CONCESIONARIO proveer los vehículos que se requieran para la atención de los servicios programados por el Sistema, con las características técnicas y tipológicas definidas por el municipio.

Una previsión importante sobre el mecanismo de financiamiento del sistema se encuentra contenida en la cláusula décima cuarta del contrato, que establece la creación de un Fideicomiso del Sistema. Se determina que los recursos que se produzcan por la prestación del servicio serán recibidos y administrados por el patrimonio autónomo denominado Fideicomiso Sistema, creado mediante el Contrato de Fiducia Sistema que deberá ser suscrito con un segundo Concesionario de Recaudo. Según esta cláusula el fideicomiso se alimenta de: a) La consignación o abono en cuenta realizados de manera diaria por el Concesionario de Recaudo, producto de la venta de pasajes a los usuarios del Sistema; b) Los aportes, pagos, créditos o facilidades de liquidez que llegue a realizar el GAMLP como Entidad Concedente; y c) Los rendimientos generados por los recursos acumulados en el Fideicomiso Sistema. Asimismo, se establece que el Concesionario de transporte debe adherirse al Fideicomiso Sistema en calidad de fideicomitente y de beneficiario, siendo el Contrato de Fideicomiso Sistema accesorio al Contrato de Concesión de Transporte Público.

## **9.5 ESTUDIO DE LA LEGISLACIÓN COMPARADA: CASO CHILENO**

A nivel de la región, Chile es considerado uno de los países que más impulso ha dado a la participación de la inversión privada en el desarrollo de proyectos de infraestructura y provisión de servicios públicos, especialmente en la construcción de carreteras, aeropuertos, edificación pública, entre otros. Chile ha desarrollado el Sistema de Concesiones, que es un modelo de participación público privada, que tuvo su inicio en la década de los 90 para fortalecer el

desarrollo de infraestructura con recursos provenientes del sector privado dadas las limitaciones del presupuesto fiscal.

### **9.5.1 Marco Legal de las asociaciones público privadas en Chile**

El marco legal que fue la base del modelo empleado en Chile para la participación del sector privado en los procesos de inversión, mantenimiento y explotación de obras de infraestructura vial a través de contratos de largo plazo, radicó esencialmente en la Ley de Concesiones de Obras Públicas, Decreto Supremo MOP N° 900, que Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado del DFL MOP N° 164 y sus modificaciones posteriores como la Ley de Concesiones 19.460 aprobada el año 1996; así como por el Reglamento de Concesiones de Obras Públicas, Decreto Supremo MOP N° 956 de 6 de octubre de 1997.

Tanto la Ley como el Reglamento de Concesiones de Obras Públicas, facultan al Ministerio de Obras Públicas otorgar en Concesión toda obra pública. Esta facultad incluye a proyectos que sean competencia de otro organismo del Estado, siempre que exista una delegación al Ministerio de Obras Públicas, mediante convenio mandato. La Ley de Concesiones establece que la adjudicación de las concesiones se efectúe vía licitación pública, nacional o internacional. Los contratos de concesión se rigen por las normas establecidas en el Reglamento de Concesiones de Obras Públicas, que regula los derechos y obligaciones de las partes (sector público y privado), que incluyen mecanismos de resolución de controversias, de mediación, arbitraje y herramientas que facilitan el financiamiento de los proyectos.

Para delimitar la aplicación de la figura de la concesión en el entendido de la Ley de Concesión de Obra Pública, el artículo 1 de esta norma establece que el Sistema de Concesión es aplicable a la ejecución, reparación, conservación o explotación de obras públicas fiscales, esto implica la explotación de las obras y servicios; del uso y goce sobre bienes nacionales de uso público o fiscales, destinados a desarrollar las áreas de servicios que se convengan; de la provisión de equipamiento o la prestación de servicios asociados.

### **9.5.2 Ciclo de Desarrollo de proyectos**

De acuerdo a la Página Web Oficial<sup>76</sup> de la Dirección General de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas, cada proyecto tiene el siguiente ciclo de desarrollo:

#### **Declaración y Existencia del Proyecto**

El Estado y los inversionistas privados inician negociaciones destinadas a generar dos tipos de proyectos, de acuerdo a su origen: los de procedencia pública y los de origen privado, ambos viables económicamente y dotados de una rentabilidad social razonable para el Estado.

#### **Estudio y Diseño antes de licitarse**

---

<sup>76</sup> La información fue consultada en fecha 19 de noviembre de 2020 en el siguiente enlace: [https://concesiones.mop.gob.cl/quienes\\_somos/funcionamientodelsistema/Paginas/CiclodeDesarrollodeunproyecto.aspx](https://concesiones.mop.gob.cl/quienes_somos/funcionamientodelsistema/Paginas/CiclodeDesarrollodeunproyecto.aspx)

Cada proyecto es objeto de estudios realizados por un equipo multidisciplinario de profesionales de los Ministerios de Obras Públicas y Hacienda y de otras reparticiones públicas.

En esta etapa se pueden diferenciar cinco fases:

- Estudio de Prefactibilidad. El Ministerio de Obras Públicas desarrolla un anteproyecto de ingeniería para definir la demanda. También realiza una evaluación social y verifica la rentabilidad privada del proyecto.
- Estudio del Negocio. El Ministerio de Obras Públicas delimita los aspectos de ingeniería relevantes para la licitación; el esquema de operación de la concesión; el grado de compromiso de los agentes ante los riesgos del negocio; y otros aspectos técnico-económicos de importancia.
- Confección del Prospecto del Negocio. El Ministerio de Obras Públicas elabora un documento con los antecedentes básicos relacionados con la concesión. Este prospecto entrega detalles del proyecto y permite a los potenciales inversionistas desarrollar sus evaluaciones preliminares.
- Proceso de Precalificación. En esta etapa comienza la licitación pública del proyecto. De acuerdo a la Ley y el Reglamento de Concesiones, el Ministerio de Obras Públicas selecciona a los consorcios que cumplen con los requisitos jurídicos y financieros para participar en el proceso. Las partes analizan y discuten los principales aspectos de la obra, tales como diseños de ingeniería, estudios de demanda y los aspectos jurídicos, administrativos, económicos y financieros.
- Confección de las Bases de Licitación. En esta fase se definen detalladamente cada uno de los parámetros legales administrativos, técnicos y económicos que deberán considerar los consorcios precalificados para formular sus propuestas técnicas y económicas. En último término los parámetros permitirán evaluar, adjudicar, controlar y supervisar la ejecución y explotación de la concesión.
- La Licitación y la Adjudicación. En esta etapa se realiza el llamado a licitación pública a través del Diario Oficial y diarios de circulación nacional. Posteriormente se reciben, estudian y evalúan las ofertas y, en último término, se adjudica la concesión al consorcio que resulte seleccionado.

Con posterioridad a esa selección, el Estado chileno dicta un Decreto Supremo mediante el cual adjudica la concesión para la construcción, reparación, conservación y explotación de la obra al consorcio ganador. En este documento se estipulan los deberes y atribuciones de las partes durante el período de concesión.

En la Etapa de Evaluación de Ofertas Económicas participan los consorcios cuyas propuestas fueron aprobadas en la evaluación técnica. La concesión se la adjudica el consorcio que presente la oferta más conveniente, considerando los factores y ponderaciones que se establecen en las Bases de Licitación para cada proyecto y que pueden ser los siguientes:

- Estructura de Tarifas
- Subsidio del Estado al Consorcio
- Plazo de Concesión
- Ingresos Mínimos Garantizados por el Estado
- Pagos ofrecidos por el consorcio al Estado por Infraestructura Existente
- Grado de compromiso de riesgo que asume el consorcio durante la construcción de la obra
- Calidad de la oferta técnica en sus aspectos de ingeniería básica y conceptual
- Oferta del consorcio para pagar montos extraordinarios al Estado, o reducir el precio de las tarifas cuando la rentabilidad de patrimonio sobre activos exceda una tasa de rentabilidad contractualmente acordada
- Calificación de otros servicios adicionales necesarios.

Una vez seleccionado el consorcio, el Ministerio de Obras Públicas redacta, aprueba y publica en el Diario Oficial el decreto de adjudicación, el que debe contener las siguientes estipulaciones: Individualización del adjudicatario; Bases de Licitación; Ofertas Técnicas y Económicas aceptadas e Individualización de la normativa que se entiende incorporada al contrato.

El proceso de adjudicación termina una vez que el consorcio ganador haya constituido la Sociedad Concesionaria. Desde la generación del proyecto hasta la licitación, el plazo promedio ha sido, aproximadamente, de 16 meses.

### **Etapas de Construcción y Explotación**

El consorcio debe suscribir y protocolizar ante notario, el Decreto Supremo de Adjudicación y constituir la Sociedad Concesionaria. Después de ello, puede proceder a la construcción de las obras sobre la base de los proyectos de ingeniería aprobados. Concluidas las obras, comienza la fase de explotación del servicio de concesión.

#### **9.5.3 La concesión del Servicio Complementario de Provisión de Flota en el Sistema de Transporte Público Metropolitano**

Aunque el Sistema de Concesiones estudiado en los puntos precedentes está relacionado principalmente a la provisión y desarrollo de Obras Públicas fiscales, como la infraestructura vial, etc., que se encuentran reguladas por la Ley de Concesiones de Obras Públicas y su Reglamento, en el transporte público se cuenta con mecanismos de concesión regulados por la normativa sectorial

específica del sector de transporte y bajo la tuición del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y el Directorio de Transporte Público Metropolitano.

El sistema de transporte chileno está estructurado sobre la base de concesiones otorgadas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, de acuerdo a la Ley N°18.696 pueden otorgarse concesiones de uso de vías y condiciones de operación y de utilización de vías, para la prestación de servicios urbanos de transporte público remunerado de pasajeros mediante buses, así como la concesión de servicios complementarios.

De acuerdo al documento: "Contenido Esencial, Bases de licitación Concesión de Uso de Vías 2018"<sup>77</sup>, actualmente, los servicios de transporte público remunerado de pasajeros prestados con buses en la ciudad de Santiago son provistos en por 7 operadores privados, en el marco de concesiones otorgadas en el marco de lo dispuesto por la Ley N°18.696 y el D.S. 212/92. Estos Operadores conforman un total de siete (7) "Unidades de Negocio" o "UN":

- Unidad de Negocio N°1: Inversiones Alsacia S.A.
- Unidad de Negocio N°2: Su-Bus Chile S.A.
- Unidad de Negocio N°3: Buses Vule S.A.
- Unidad de Negocio N°4: Express de Santiago Uno S.A.
- Unidad de Negocio N°5: Buses Metropolitana S.A.
- Unidad de Negocio N°6: Redbus Urbano S.A.
- Unidad de Negocio N°7: Servicio de Transporte de Personas S.A.

Asimismo, el Sistema de Transporte requiere para su correcto funcionamiento de la provisión de servicios complementarios, como la:

- Administración de los recursos monetarios necesarios para el pago de la prestación de los servicios de transporte y servicios complementarios, y distribución de éstos entre los diversos integrantes del Sistema.
- Emisión y postventa del medio de acceso y provisión de red de comercialización y carga del medio de acceso al Sistema.
- Provisión de servicios tecnológicos consistentes en la comercialización, provisión e instalación de los equipamientos necesarios para la validación y registro de las etapas de viaje.
- Provisión de servicios tecnológicos consistentes en la captura, procesamiento y distribución de la información de validación y posicionamiento generada por los servicios de transporte, necesarios para la gestión operativa del Sistema.

Con base en los resultados del documento "Contenido Esencial, Bases de licitación Concesión de Uso de Vías 2018" el año 2019 se lanza la licitación pública para el servicio complementario de suministro de buses para el Sistema

---

<sup>77</sup> Extraído del documento: Contenido Esencial, Bases de licitación Concesión de Uso de Vías 2018, consultado en fecha 19 de noviembre de 2020 en el siguiente enlace: <http://www.dtpm.gob.cl/descargas/cevias2018/Contenido%20Esencial%20de%20V%C3%ADas%202018.pdf>

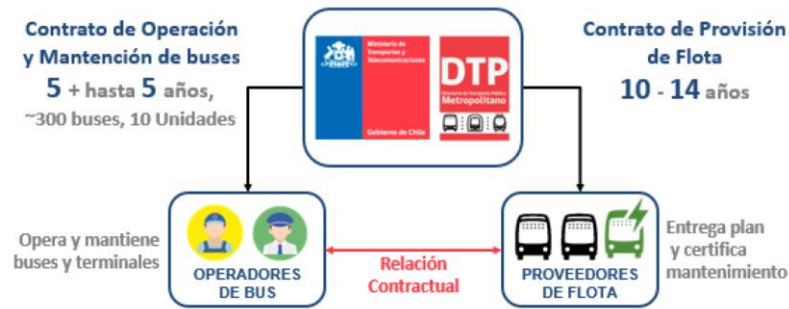
de Transporte Público de la provincia de Santiago y las comunas de San Bernardo y Puente Alto.

Como parte de las innovaciones establecidas para este nuevo ciclo de licitaciones, el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) estableció un nuevo modelo de provisión de flota, creando un servicio complementario específico para la provisión de flota, con el fin de brindar mayor flexibilidad en la operación, asegurar la continuidad operacional, permitir la suscripción de contratos de concesión de uso de vías más breves, entre otros. De acuerdo a las determinaciones del DTPM este servicio se contratará mediante una licitación pública, que derivará en la adjudicación y contratación de dos o más Proveedores de Flota

El modelo empleado anteriormente permitía concentrar la operación y la provisión tanto de los buses como de los terminales; en cambio, bajo el nuevo esquema, se divide ambas tareas, siendo el Operador responsable de prestar el servicio de transporte público remunerado de pasajeros y del mantenimiento de los buses, en tanto que un Proveedor de Flota deberá comprar y proveer los buses, certificar su mantenimiento, asegurar el aprovisionamiento oportuno de los repuestos durante toda la vida útil de éstos y brindar un plan de capacitación a los conductores. Este nuevo modelo tiene las siguientes características:

- El Proveedor de Flota deberá adquirir los buses y mantener su propiedad durante toda la vigencia del contrato.
- Los buses serán entregados a los Operadores de Buses previa suscripción de un contrato con el Proveedor de Flota que regule claramente los roles y responsabilidades de cada parte respecto del cuidado y mantenimiento de los vehículos.
- La entrega a los Operadores de Buses se determinará sobre la base de los requerimientos del Programa de Operación fijado por la autoridad (MTT).
- Los buses deberán ser utilizados exclusivamente en el Sistema durante la vigencia del contrato de provisión de flota.
- Los buses, en su calidad de bienes necesarios para la prestación básica de los servicios, serán considerados bienes afectados al servicio.
- El Proveedor de Flota recibirá un pago mensual correspondiente a la Cuota de Flota (CF), destinada a pagar la inversión y provisión de cada uno de los buses.
- Este pago deberá permitir la viabilidad financiera de la empresa, considerando los gastos que implica el cumplimiento de sus responsabilidades.
- El Operador será el responsable de realizar el mantenimiento de los buses, y el Proveedor de Flota deberá certificar la calidad de dicho mantenimiento.

**Figura 47 Esquema de Relación entre Operación y Provisión de Flota**



Fuente: Elaboración propia

No obstante que en materia de Transporte Público se emplea el término “Concesión” para el uso de vías y para los servicios complementarios asociados al servicio de transporte público, esta figura no corresponde al Sistema de Concesión regulada por la Ley de Concesión de Obras Públicas, dado que esta última está referida exclusivamente a obras públicas fiscales, como la generalidad de proyectos de infraestructura, y no así a la adquisición de activos aún éstos se encuentren afectados a un servicio público. La legislación chilena hace una diferenciación en el tratamiento de ambas formas de concesión, correspondiendo su otorgación y adjudicación a entidades diferentes, y con características y regulaciones igual diferentes.

## 9.6 HACIA UNA VISIÓN A LARGO PLAZO: FORTALECIENDO LAS ALIANZAS ESTRATÉGICAS DE INVERSIÓN CONJUNTA CONTEMPLADAS EN EL DS 3469

Como se ha mencionado al inicio de este capítulo, la legislación boliviana ha regulado a través del DS 3469 la incorporación de las Asociaciones Público Privadas bajo el denominativo de Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta, sobre la base de una apertura a la inversión privada expresada en la Ley N° 466 de la Empresa Pública, y de la Ley N° 516 de Inversiones.

A diferencia de la legislación chilena, donde el Sistema de Concesiones que adopta la figura de las asociaciones público privadas, se circunscribe en su aplicación a las Obras Públicas Fiscales, en el caso boliviano no existe una limitación normativa de similar naturaleza. Realizando una revisión del contenido del DS 3469 no se encuentra una definición sobre el alcance y naturaleza de los proyectos susceptibles de beneficiarse de la inversión privada. Así el artículo 3 se limita a facultar a las empresas públicas a suscribir Contratos para establecer alianzas estratégicas de inversión conjunta con empresas públicas o privadas, nacionales o extranjeras, a sola condición de registrar el acto en el Registro de Comercio. Por su parte, en la descripción del contenido mínimo de los Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta, el literal d) del párrafo II del mismo artículo 3, señala que el contrato debe identificar el proyecto de inversión conjunta, sin realizar ninguna descripción del alcance o característica de dicho proyecto.



En el caso de la Ley de Inversiones, el artículo 4 de dicha norma contiene definiciones importantes, se manifiesta que Inversión es toda colocación de aportes de inversión destinados al desarrollo permanente de actividades económicas y a la generación de rentas que contribuyan al crecimiento y desarrollo económico y social del país. Con mayor precisión, el párrafo II del artículo 5 señala que: "Las inversiones podrán destinarse a cualquier sector económico del país y se implementarán mediante las formas empresariales y contractuales permitidas por la normativa vigente...", abriendo la posibilidad de aplicar los Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta a todo tipo de proyectos, a diferencia del caso chileno, donde las asociaciones público privadas que adoptan la forma de concesión únicamente pueden emplearse en Obras Públicas Fiscales.

En este sentido, como ya se mencionó anteriormente, la única limitación normativa para aplicar el modelo de financiamiento mediante Contrato de Alianza Estratégica de Inversión Conjunta es el ámbito de aplicación del DS 3469, es decir, que este tipo de contratos sólo puede ser suscrito por empresas públicas del nivel central o por empresas intergubernativas conformadas por una empresa del nivel central y una entidad del nivel local, estando excluidas las entidades públicas, en tanto no se realice una modificación normativa.

A nivel municipal, en los dos casos estudiados, es decir, los municipios de La Paz y Santa Cruz de la Sierra, se ha podido evidenciar que ambos municipios cuentan con disposiciones normativas que regulan la figura de la concesión, que hace viable el financiamiento de proyectos relacionados al servicio de transporte público con recursos provenientes de la inversión privada, de acuerdo a las particularidades de cada caso.

En el caso del BRT de Santa Cruz, la normativa municipal determina que la inversión para la adquisición de la flota rodante es responsabilidad del concesionario que, de acuerdo al Reglamento de Concesiones Municipales, puede ser cualquier persona natural o jurídica (empresa) beneficiaria de una concesión municipal, es decir, que la inversión corre por cuenta del privado que se adjudicó una concesión municipal. La normativa señalada privilegia la adjudicación a los operadores tradicionales, pero no limita la participación de socios estratégicos en la composición accionaria o de participación de la empresa constituida, aspectos que deberán ser abordados en el marco de las disposiciones del código de comercio y las perspectivas empresariales de los concesionarios.

En el caso de La Paz, en la modalidad de servicio de prestación directa por el municipio a cargo de La Paz Bus, como se dijo, constituye un clásico ejemplo de servicio financiado íntegramente con recursos públicos, tanto en la inversión asociada a la adquisición de la flota rodante, como a los gastos de operación y mantenimiento. En este caso, tanto la Ley Municipal de Transporte como la Ley del Servicio Público Municipal de Transporte Colectivo de Pasajeros, permiten que el servicio sea prestado de forma indirecta por terceros a través de una concesión, que podría ser aplicada por el GAMLP en función a la situación financiera y presupuestaria del Sistema de Transporte Municipal que

administra La Paz Bus. Asimismo, y dada la apertura genérica de la normativa vigente a las asociaciones público privadas, podría generarse una tercera alternativa o modelo de cofinanciamiento público privado para el desarrollo de un servicio público municipal de transporte colectivo de pasajeros (adquisición de la flota rodante, construcción y operación de sistemas auxiliares, adecuación de la infraestructura vial, entre otros) para lo cual sería necesario adecuar la normativa municipal respectiva.

Sin perjuicio de lo anterior, a fin de generar las condiciones propicias para un escenario factible de desarrollo e implementación de la movilidad eléctrica en Bolivia, es posible y necesario delinear acciones para la profundización del empleo de la figura de las asociaciones público privadas a través de los contratos de alianzas estratégicas de inversión conjunta reguladas por la legislación nacional. En este marco, tomando en la situación financiera y presupuestaria de las entidades públicas así como de los operadores privados vinculados al servicio público de transporte colectivo de pasajeros, y ante la posibilidad de una mejora en la prestación del servicio y una relación costo beneficio positiva, se debe contar con un diseño normativo que permita a las entidades públicas acceder a mecanismos de financiamiento con recursos del sector privado que puedan financiar los distintos componentes de un sistema de transporte público, entre los que se puede señalar: a) Infraestructura vial; b) Terminales de carga; c) Adquisición de la flota de buses eléctricos; d) Provisión de servicios complementarios y auxiliares, como los sistemas de recaudación; e) Instalación de infraestructura de carga rápida; entre otros.

## **10 ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INTRODUCCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN LA CALIDAD DEL AIRE**

### **10.1 HERRAMIENTA DE MODELACIÓN**

Para el análisis del potencial de reducción de emisiones de fuentes móviles se empleará la herramienta "Cuantificación de la reducción de emisiones de gases efecto invernadero por introducción de electromovilidad" (CREGEIIE) desarrollada por el Ministerio de Energía y la cooperación Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en 2020.

Esta herramienta realiza un cálculo de las emisiones vehiculares en base a un modelo matemático considerando datos como: tamaño del parque automotor, distribución por tipo de vehículos, capacidad de carga o de transporte de pasajeros, antigüedad, distancia recorrida, regímenes de tráfico, características de uso, tipo de servicio (público, privado, oficial), tasa de crecimiento poblacional, tasa de crecimiento del parque automotor, tasa de motorización, declinación de eficiencia por uso de los vehículos, tasas de emisión por tipo de combustible, características generales de los combustibles empleados, considerando un histórico de 10 años y una proyección de 10 años.

Si bien el modelo propone ser empleado para evaluación de gases de efecto invernadero, es posible emplearlo también con un muy buen grado de certeza para otros gases que también son emitidos desde las fuentes móviles por efecto de la combustión interna en sus motores, siempre y cuando se cuente con los factores de emisión correspondientes.

De esta manera y con base en publicaciones del Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre el parque automotor en Bolivia, su correspondiente distribución y clasificación desde diferentes criterios, se ha realizado la estimación del potencial de reducción de emisiones de fuentes móviles como impacto directo de la introducción de movilidad eléctrica en el transporte público masivo de las ciudades de La Paz y Santa Cruz.

### **10.2 EVALUACIÓN DEL IMPACTO Y DATOS DE ENTRADA**

A continuación, se detalla una serie de cuadros con los principales datos de ingreso de la herramienta de estimación de emisiones CREGEIIE.

Una de las consideraciones de partida para el uso de la herramienta CREGEIIE es la agrupación de los diferentes tipos de vehículos que componen el parque automotor, asumiendo vehículos de similares características y de tamaño de motor en un mismo grupo, la herramienta propone lo siguiente:

**Tabla 30 Agrupaciones por tamaño de motor y características similares**

Detalle	Agrupación
Camioneta	Camioneta/Jeep/Vagoneta
Jeep	
Vagoneta	
Ambulancia	
Buses	Bus/Microbús (*)
Microbuses	
Minibuses	Minibuses/Furgón
Furgón	
Camión	Camión/Tracto/Trimovil/Torpedo
Tracto-Camión	
Trimóvil-Camión	
Torpedo	
Moto	Moto
QuadraTrack	
	Particular
Automóvil	Publico/Taxi
	Publico/Trufi

Fuente: CREGEIIE

Otro dato de entrada son las características generales de los combustibles empleados regularmente. En el siguiente cuadro se exponen características para la gasolina, el diesel y el gas natural vehicular (poder calórico, densidad). Asimismo, el cuadro propone una tasa de declinación de eficiencia de los motores vehiculares por año de antigüedad.

**Tabla 31 Línea base de combustible y eficiencia de combustible**

Combustible	NCV j = (PCI del combustible (TJ/Gg))	Densidad (Tn/m3)	NCV j = (PCI del combustible (MJ/litro))	Tasa de declinacion de eficiencia por uso (%/año)
Gasolina	44,30	0,75	33,23	0,30%
Diesel Oil	43,00	0,88	37,84	0,30%
Fuentes:	IPCC 2006	Olade		

Combustible	NCV j = (PCI del combustible (Btu/pc))	J/Btu	NCV j = (PCI del combustible (MJ/M3))	Tasa de declinacion de eficiencia por uso (%/año)
Gas Natural Vehicular	970,00	940,00	32,20	0,30%
Fuentes:	ANH-Bolivia	Olade		

Fuente: CREGEIIE

Parte de los valores más importantes dentro del cálculo y alrededor de los cuales gira la estimación de la reducción de emisiones vehiculares, son los factores de emisión asociados a cada combustible. Los valores propuestos en el siguiente cuadro se obtuvieron de las guías del IPCC del año 2006 y en ausencia de valores propuestos para algunos gases en la mencionada versión, se acudió a la versión 1996 de la misma.

**Tabla 32 Factores de emisión**

Combustible	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg N <sub>2</sub> O/TJ	kg CH <sub>4</sub> /TJ	kg CO/TJ	kg NO <sub>x</sub> /TJ	kg COV/TJ
Gasolina	69 300	8	33	8 000	600	1 500
Diesel Oil	74 100	4	4	1 000	800	200
Gas Natural Vehicular	56 100	3	92	400	600	5
Fuentes:	IPCC 2006	IPCC 2006	IPCC 2006	IPCC 1996	IPCC 1996	IPCC 1996

Fuente: CREGEIIE

Información fundamental para el desarrollo de las estimaciones de base y proyectadas de emisiones de fuentes móviles es sin duda la base de datos del parque automotor y su evolución en el tiempo, para este efecto se emplea datos históricos de una fuente oficial como es el Instituto Nacional de Estadística (INE), que anualmente efectúa publicaciones sobre la cantidad de vehículos registrados en Bolivia con clasificaciones por distribución territorial, tipo de vehículos, tamaño del motor, tipo de uso, tipo de servicio, antigüedad, combustible utilizado, etc.

Para este caso particular se emplean datos del parque automotor registrado distribuido por departamentos desde el año 2009 hasta el año 2019, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 33 Evolución del Parque Automotor Boliviano (2009-2019)**

Departamento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Chuquisaca	35 970	38 591	43 274	47 094	52 541	56 896	62 202	67 022	70 480	74 245	78 195
La Paz	235 742	248 490	275 087	302 742	331 089	358 015	380 862	407 621	427 922	449 945	471 873
Cochabamba	213 085	223 747	252 967	274 759	296 538	319 538	340 544	363 603	386 952	410 391	432 431
Oruro	53 929	56 341	64 943	71 134	76 372	82 407	86 626	93 766	94 799	99 392	103 299
Potosí	32 527	34 428	42 806	47 122	50 936	54 514	57 204	61 056	64 221	67 978	71 132
Tarija	48 884	53 668	59 568	65 533	71 835	79 431	87 301	95 711	102 203	108 596	114 423
Santa Cruz	273 785	292 723	327 917	375 482	419 470	470 378	519 811	577 553	605 540	647 028	686 970
Beni	11 930	13 222	15 919	21 824	26 446	32 759	36 759	41 051	44 193	47 831	49 419
Pando	18	18	503	1 061	1 606	2 490	3 243	3 622	4 044	4 721	5 658
Total	905 870	961 228	1 082 984	1 206 751	1 326 833	1 456 428	1 574 552	1 711 005	1 800 354	1 910 127	2 013 400

Fuente: INE

Asimismo, se emplea la distribución de número de vehículos clasificados por tipo, lo cual establece claramente la estructura de composición del parque automotor boliviano.

**Tabla 34 Estructura del parque vehicular**

Clase de vehículo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ambulancia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 048
Automóvil	197 691	205 959	218 739	231 724	248 645	267 459	283 690	303 733	313 170	327 000	341 386
Bus	6 881	7 228	7 532	7 986	8 502	9 174	9 874	10 863	11 079	11 777	12 312
Camión	89 026	92 139	98 688	103 435	107 305	112 288	116 130	123 929	123 619	127 166	130 592
Camioneta	91 671	98 592	109 475	121 127	133 381	146 955	158 567	173 211	179 842	188 636	196 064
Furgón	1 612	1 887	3 102	5 074	7 217	8 510	9 686	11 360	12 612	13 746	14 692
Jeep	47 930	48 647	50 979	52 583	54 431	56 629	58 421	60 871	61 322	62 609	63 198
Maquinaria Pesada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	113
Microbús	18 533	18 647	18 809	18 951	19 078	19 256	19 330	19 584	19 663	19 714	19 684
Minibús	51 712	56 483	61 336	67 451	74 175	79 156	85 124	94 358	103 381	112 158	119 445
Moto	57 008	72 986	104 224	166 063	221 217	280 579	336 221	391 219	438 560	489 914	536 730
Quadra Track	532	707	1 033	1 572	2 216	2 996	3 716	4 239	4 683	5 002	5 277
Torpedo	102	111	96	98	91	129	99	98	130	102	93
Tracto-Camión	8 706	10 240	11 877	13 963	17 109	19 642	21 252	22 756	24 195	25 123	26 416
Trimóvil-Camión	10	10	11	14	15	18	18	18	18	18	28
Vagoneta	334 456	347 592	397 083	416 710	433 451	453 637	472 424	494 766	508 080	527 107	546 322
Total	905 870	961 228	1 082 984	1 206 751	1 326 833	1 456 428	1 574 552	1 711 005	1 800 354	1 910 127	2 013 400

Fuente: INE

Toda la información registrada es analizada estadísticamente conjuntamente con datos del Producto Interno Bruto (PIB) del país, dado su alto grado de correlación estadística y se efectúa una proyección de crecimiento del parque automotor al 2030 con el objeto de estimar los efectos por introducción y reemplazo de cierta cantidad de vehículos que emplean combustibles fósiles por vehículos eléctricos dentro del periodo de proyección.

De acuerdo al modelo empleado por la herramienta CREGEIIE, en el siguiente cuadro se muestran los resultados de la mencionada proyección, considerando información desde el año 2020 hasta el año 2030.

**Tabla 35 Proyección del parque vehicular**

Clase de Vehículo	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ambulancia	1 063	1 093	1 173	1 254	1 334	1 418	1 507	1 600	1 698	1 801	1 908
Automóvil	346 252	356 061	382 016	408 391	434 539	462 024	490 901	521 227	553 075	586 522	621 637
Bus	12 487	12 841	13 777	14 729	15 672	16 663	17 704	18 798	19 946	21 153	22 419
Camión	132 453	136 206	146 135	156 224	166 226	176 740	187 787	199 387	211 570	224 365	237 798
Camioneta	198 858	204 492	219 399	234 546	249 564	265 349	281 933	299 350	317 641	336 850	357 017
Furgón	14 901	15 324	16 441	17 576	18 701	19 884	21 127	22 432	23 802	25 242	26 753
Jeep	64 099	65 915	70 720	75 602	80 443	85 531	90 876	96 490	102 386	108 578	115 079
Maquinaria Pesada	115	118	126	135	144	153	162	173	183	194	206
Microbús	19 965	20 530	22 027	23 547	25 055	26 640	28 305	30 053	31 890	33 818	35 843
Minibús	121 147	124 579	133 661	142 889	152 038	161 654	171 758	182 368	193 511	205 214	217 500
Moto	544 380	559 802	600 609	642 076	683 187	726 398	771 798	819 477	869 549	922 135	977 343
Quadra Track	5 352	5 504	5 905	6 313	6 717	7 142	7 588	8 057	8 549	9 066	9 609
Torpedo	94	97	104	111	118	126	134	142	151	160	169
Tracto-Camión	26 792	27 552	29 560	31 601	33 624	35 751	37 985	40 332	42 796	45 384	48 101
Trimóvil-Camión	28	29	31	33	36	38	40	43	45	48	51
Vagoneta	554 108	569 806	611 343	653 550	695 396	739 380	785 591	834 122	885 089	938 615	994 809
Total	2 042 096	2 099 948	2 253 026	2 408 576	2 562 793	2 724 890	2 895 197	3 074 051	3 261 881	3 459 146	3 666 242

Fuente: CREGEIIE

### 10.2.1 Condiciones de intervención del proyecto

Una vez establecidas las condiciones de base, se debe asumir un escenario de intervención, de tal forma que se pueda estimar la reducción de emisiones de fuentes móviles bajo esas condiciones, es así como se establecen las siguientes características en un panorama de intervención que se considera ni agresivo, ni conservador.

Se establece el reemplazo de diferentes tipos de vehículos de servicio público a partir el año 2022 por vehículos de transporte masivo de operación 100 % eléctrica.

**Tabla 36 Tipo de vehículos y año de introducción**

Tecnología a utilizar	100% Eléctrico
Año de inicio de la introducción de movilidad eléctrica	2022

Fuente: CREGEIIE

Se establece un cuadro de equivalencia de buses eléctricos con respecto a vehículos de servicio público de diferentes capacidades que usen combustibles fósiles para el correspondiente reemplazo, de acuerdo al detalle del siguiente cuadro:

**Tabla 37 Equivalencias entre buses eléctricos y diferentes tipos de vehículos de transporte público**

Buses

Consumo eléctrico			1,26	kWh/km
Equivalencias de movilidad				
1	Bus elect.	=	1	Bus (Puma Katari)
1	Bus elect.	=	2,7	Microbuses de 26 pasajeros
1	Bus elect.	=	5,3	Minibuses de 11 pasajeros
1	Bus elect.	=	10,7	Trufis de 5 pasajeros

Fuente: Pruebas de Campo Bus 100 % Eléctrico - Transmilenio  
[https://www.miem.gub.uy/sites/default/files/informe\\_pruebas\\_bus\\_electrico\\_byd.pdf](https://www.miem.gub.uy/sites/default/files/informe_pruebas_bus_electrico_byd.pdf)

A continuación, en función de la conformación del sistema de transporte público existente en cada ciudad de intervención (La Paz y Santa Cruz) y de sus características particulares, se establece un esquema de reemplazo en porcentaje, como se muestra a continuación:

Tabla 38 Esquema de reemplazo		
La Paz	Microbuses	10%
	Minibuses	90%
Santa Cruz	Microbuses	90%
	Minibuses	10%

Fuente: CREGEIIE

Se establece una meta al último año de proyección (2030) y un sistema de reemplazo (motorización) progresivo a partir del año de inicio de introducción de vehículos eléctricos de transporte público masivo.

Es así que, se propone un reemplazo de al menos el 25 % del total del parque automotor de transporte público existente por vehículos operados a electricidad hasta el año 2030, lo que implica iniciar al menos con un 5 % de reemplazo en el año de inicio (2022) y un incremento progresivo anual de 2,5 % adicional para los siguientes años, cumpliéndose, de esta forma la meta final establecida del 25 % para el año 2030.

Tabla 39 Introducción buses eléctricos (% del crecimiento)										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
La Paz	0,0%	5,0%	7,5%	10,0%	12,5%	15,0%	17,5%	20,0%	22,5%	25,0%
Santa Cruz	0,0%	5,0%	7,5%	10,0%	12,5%	15,0%	17,5%	20,0%	22,5%	25,0%

Fuente: CREGEIIE

Habiendo establecido esta meta se calcula la cantidad de buses eléctricos que deberían ser introducidos anualmente al parque automotor de servicio público de acuerdo al detalle del siguiente cuadro:

Tabla 40 Buses eléctricos a Introducir por año										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
La Paz										
Buses Eléctricos por Microbuses	0	2	3	3	4	6	7	8	10	11
Buses Eléctricos por Minibuses	0	62	95	126	165	208	255	307	362	422



Buses Eléctricos por Microbuses	0	14	22	29	38	48	58	70	83	97
Buses Eléctricos por Minibuses	0	1	2	2	3	3	4	5	6	7

Finalmente, para que la intervención sea efectiva y que la reducción de emisiones del parque automotor sea real, es condición sinecuanum que la introducción de los vehículos eléctricos esté acompañada del retiro de vehículos que operan con combustible fósil. Así, en consideración de la tasa de reemplazo establecida en el Cuadro 8, se calcula la cantidad de vehículos operados a combustible fósil que deberían ser retirados progresivamente durante la intervención del proyecto.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>La Paz - Oruro - Potosí</b>										
Bus/Microbús (Diesel)	0	45	69	91	119	150	184	221	261	304
Minibuses/Furgón (Gasolina)	0	368	561	741	974	1 228	1 504	1 805	2 133	2 488
<b>Santa Cruz-Beni-Pando</b>										
Bus/Microbús (Diesel)	0	43	65	86	114	143	175	211	249	290
Minibuses/Furgón (Gasolina)	0	54	83	109	144	181	222	266	315	367

### 10.2.2 Resultados de la estimación de reducción de emisiones vehiculares

Como producto final de la herramienta CREGEIIE se efectúa el cálculo de las emisiones resultantes de las condiciones establecidas previamente para los gases considerados, los cuales ya fueron especificados en el Cuadro 3 de factores de emisión.

Los cuadros siguientes muestran en la primera instancia los resultados del cálculo de emisiones de línea base, sin intervención del proyecto, a continuación, muestran los resultados de cálculo de emisiones con intervención del proyecto, también muestran la diferencia entre ambos escenarios para los años 2021 hasta 2030, que corresponden al periodo de proyecciones realizadas. El mismo cálculo se realiza tanto para el lado occidental del país en el que el mayor porcentaje de vehículos se concentra en la ciudad de La Paz, como para el lado oriental del país en el que el mayor porcentaje de vehículos se concentra en la ciudad de Santa Cruz. Finalmente se muestra el acumulado de emisiones reducidas en los 10 años de intervención para cada región y el total acumulado de emisiones reducidas para el conjunto.

Para el caso de emisiones de CO<sub>2</sub> se observa una reducción acumulada de 645 181 tCO<sub>2</sub> hasta el año horizonte de las proyecciones (2030) en La Paz y 200 314 tCO<sub>2</sub> para el año horizonte de las proyecciones (2030) en Santa Cruz. Haciendo un total acumulado de 845 495 tCO<sub>2</sub> reducidas en 10 años de intervención del proyecto.

[illegible]

Línea de Base sin proyecto (tCO2/año)	4 724 122	5 068 39 1	5 418 22 4	5 765 06 8	6 129 63 8	6 512 67 5	6 914 94 2	7 337 40 3	7 781 08 9	8 246 891
Emisiones con proyecto (tCO2/año)	4 724 122	5 062 57 1	5 403 66 2	5 739 09 9	6 088 86 4	6 453 75 0	6 834 44 7	7 231 83 0	7 642 39 2	8 072 529
Emisiones Reducidas (tCO2/año)	0	5 820	14 562	25 969	40 775	58 926	80 496	105 573	138 698	174 362

Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tCO2 **645 181**

#### Santa Cruz-Beni-Pando

Línea de Base sin proyecto (tCO2/año)	3 742 495	4 015 34 4	4 292 60 4	4 567 49 3	4 856 43 3	5 160 00 8	5 478 82 3	5 813 64 3	6 165 28 5	6 534 454
Emisiones con proyecto (tCO2/año)	3 742 495	4 013 56 6	4 288 14 2	4 559 51 9	4 843 88 3	5 141 80 4	5 453 84 2	5 780 70 9	6 122 17 4	6 480 135
Emisiones Reducidas (tCO2/año)	0	1 779	4 462	7 975	12 550	18 203	24 981	32 934	43 111	54 319

Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tCO2 **200 314**

**TOTAL ACUMULADO tCO2 845 495**

Fuente: CREGEIIE

Para el caso de emisiones de N2O se observa una reducción acumulada de 80 tN2O hasta el año horizonte de las proyecciones (2030) en La Paz y 18 tN2O para el año horizonte de las proyecciones (2030) en Santa Cruz. Haciendo un total acumulado de 98 tN2O reducidas en 10 años de intervención del proyecto.

**Tabla 43 Emisiones de N2O reducidas**

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
La Paz - Oruro - Potosí										
Línea de Base sin proyecto (tN2O/año)	389	417	446	475	505	536	569	604	641	679
Emisiones con proyecto (tN2O/año)	389	417	444	471	500	529	559	591	623	657
Emisiones Reducidas (tN2O/año)	0	1	2	3	5	7	10	13	17	22
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tN2O	80									
Santa Cruz-Beni-Pando										
Línea de Base sin proyecto (tN2O/año)	296	317	339	361	384	408	433	460	487	517
Emisiones con proyecto (tN2O/año)	296	317	339	360	383	406	431	457	484	512
Emisiones Reducidas (tN2O/año)	0	0	0	1	1	2	2	3	4	5
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tN2O	18									
TOTAL ACUMULADO tN2O					98					

Fuente: CREGEIIE

En cuanto a las emisiones de CH4 se observa una reducción acumulada de 307 tCH4 hasta el año horizonte de las proyecciones (2030) en La Paz y 48 tCH4 para el año horizonte de las proyecciones (2030) en Santa Cruz. Haciendo un total acumulado de 355 tCH4 reducidas en 10 años de intervención del proyecto.

**Tabla 44 Emisiones de CH4 reducidas**

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

La Paz - Oruro - Potosí										
Línea de Base sin proyecto (tCH4/año)	2 145	2 302	2 461	2 618	2 784	2 958	3 141	3 333	3 535	3 746
Emisiones con proyecto (tCH4/año)	2 145	2 299	2 454	2 607	2 765	2 931	3 103	3 282	3 469	3 663
Emisiones Reducidas (tCH4/año)	0	3	7	12	19	27	38	51	66	84
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tCH4	307									
Santa Cruz-Beni-Pando										
Línea de Base sin proyecto (tCH4/año)	1 977	2 121	2 267	2 413	2 565	2 726	2 894	3 071	3 257	3 452
Emisiones con proyecto (tCH4/año)	1 977	2 121	2 266	2 411	2 562	2 721	2 888	3 063	3 246	3 438
Emisiones Reducidas (tCH4/año)	0	0	1	2	3	4	6	8	11	13
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tCH4	48									
TOTAL ACUMULADO tCH4					355					

Fuente: CREGEIIE

Revisando los resultados para las emisiones de NOx se presenta una reducción acumulada de 7 191 tNOx hasta el año horizonte de las proyecciones (2030) en La Paz y 2 327 tNOx para el año horizonte de las proyecciones (2030) en Santa Cruz. Haciendo un total acumulado de 9 518 tNOx reducidas en 10 años de intervención del proyecto.

**Tabla 45 Emisiones de NOx reducidas**

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
La Paz - Oruro - Potosí										
Línea de Base sin proyecto (tNOx/año)	46 186	49 551	52 971	56 362	59 926	63 670	67 602	71 732	76 069	80 623
Emisiones con proyecto (tNOx/año)	46 186	49 490	52 816	56 083	59 485	63 025	66 707	70 536	74 517	78 656
Emisiones Reducidas (tNOx/año)	0	61	155	278	440	645	896	1 197	1 552	1 967
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tNOx	7 191									
Santa Cruz-Beni-Pando										
Línea de Base sin proyecto (tNOx/año)	36 987	39 683	42 423	45 140	47 996	50 996	54 147	57 456	60 931	64 579
Emisiones con proyecto (tNOx/año)	36 987	39 663	42 373	45 050	47 853	50 787	53 857	57 068	60 429	63 943
Emisiones Reducidas (tNOx/año)	0	20	50	90	143	209	290	387	502	636
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tNOx	2 327									
TOTAL ACUMULADO tNOx					9 518					

Fuente: CREGEIIE

Los resultados para las emisiones de VOC muestran una reducción acumulada de 13 975 tVOC hasta el año horizonte de las proyecciones (2030) en La Paz y 2 256 tVOC para el año horizonte de las proyecciones (2030) en Santa Cruz. Haciendo un total acumulado de 16 231 tVOC reducidas en 10 años de intervención del proyecto.

**Tabla 46 Emisiones de VOC reducidas**

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
La Paz - Oruro - Potosí										
Línea de Base sin proyecto (tVOC/año)	53 324	57 213	61 164	65 082	69 200	73 527	78 071	82 843	87 855	93 117
Emisiones con proyecto (tVOC/año)	53 324	57 093	60 864	64 542	68 344	72 273	76 330	80 518	84 839	89 295
Emisiones Reducidas (tVOC/año)	0	119	301	541	856	1 254	1 741	2 325	3 016	3 822
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tVOC	13 975									
Santa Cruz-Beni-Pando										
Línea de Base sin proyecto (tVOC/año)	37 921	40 686	43 495	46 281	49 208	52 284	55 515	58 908	62 471	66 211
Emisiones con proyecto (tVOC/año)	37 921	40 667	43 447	46 193	49 070	52 082	55 234	58 532	61 983	65 594
Emisiones Reducidas (tVOC/año)	0	19	49	87	138	202	281	376	487	617
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tVOC	2 256									
TOTAL ACUMULADO tVOC					16 231					

Fuente: CREGEIIE

Finalmente, los resultados para las emisiones de CO se presentan una reducción acumulada de 74 384 tCO hasta el año horizonte de las proyecciones (2030) en La Paz y 11 905 tCO para el año horizonte de las proyecciones (2030) en Santa Cruz. Haciendo un total acumulado de 86 289 tCO reducidas en 10 años de intervención del proyecto.

**Tabla 47 Emisiones de CO reducidas**

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
La Paz - Oruro - Potosí										
Línea de Base sin proyecto (tCO/año)	286 688	307 596	328 842	349 906	372 047	395 309	419 740	445 396	472 342	500 631
Emisiones con proyecto (tCO/año)	286 688	306 962	327 241	347 028	367 490	388 637	410 474	433 019	456 287	480 287
Emisiones Reducidas (tCO/año)	0	634	1 600	2 878	4 556	6 673	9 266	12 378	16 055	20 344
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tCO	74 384									
Santa Cruz-Beni-Pando										
Línea de Base sin proyecto (tCO/año)	205 604	220 594	235 826	250 928	266 801	283 479	300 994	319 388	338 707	358 988
Emisiones con proyecto (tCO/año)	205 604	220 492	235 570	250 467	266 072	282 411	299 511	317 407	336 137	355 732

Emisiones Reducidas (tCO/año)	0	101	256	461	729	1 068	1 483	1 981	2 570	3 256
Acumulado de emisiones reducidas en 10 años tCO	11 905									
<b>TOTAL ACUMULADO tCO</b>	<b>86 289</b>									

Fuente: CREGEIIE

### 10.3 IMPACTO DE LA INTRODUCCIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN EL NIVEL DE PRESIÓN SONORA

Uno de los efectos previsiblemente más relevantes de la introducción de movilidad eléctrica en Bolivia, es la reducción de emisiones de niveles de presión sonora. Ya que se cuentan con datos internacionales de las bajas emisiones de nivel de presión sonora del parque automotor eléctrico, en comparación con las generadas por el parque automotor con motores de combustión interna.

Sin embargo, es poca o nula la información disponible en Bolivia con respecto a este importante tópico, al no conocerse abiertamente estudios serios y sistemáticos o evaluaciones sobre las emisiones de niveles de presión sonora partir de fuentes móviles, ni contar con una sistemática adecuada para evaluarlas.

Bajo este contexto a continuación se efectúa una revisión y análisis de la legislación y normativa vigente en Bolivia con foco en los municipios de La Paz y Santa Cruz con respecto a emisiones de nivel de presión sonora de fuentes móviles.

#### 10.3.1 Revisión de la normativa nacional y local sobre evaluación de emisión de nivel de presión sonora en fuentes móviles

Para establecer es estado general de la legislación, reglamentación y normativa con respecto a regulaciones asociadas a emisión de niveles de presión sonora (ruido) a partir de fuentes móviles, corresponde una revisión desde el nivel más alto como la Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, descendiendo posteriormente a legislación más específica como la Ley de Medio Ambiente con su correspondiente reglamentación, seguidamente se revisa legislación y/o reglamentación local a nivel de Leyes y Ordenanzas Municipales que regulen esta temática específica sobre los territorios incluidos en el objetivo del presente trabajo (La Paz y Santa Cruz de la Sierra) y finalmente se acude a la revisión de Normas Técnicas emitidas por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBMETRO), cuyos documentos son una importante referencia técnica procedimental, pero de cumplimiento voluntario.

#### 10.3.2 Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia

La Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia establece lineamientos generales en cuanto a las garantías ofrecidas por el Estado para la protección del medio ambiente y la salud de la población.

Se encuentran lineamientos de carácter genérico que establecen básicamente las responsabilidades y obligaciones de los diferentes niveles del estado y de la

población con respecto al cuidado y conservación del medio ambiente para el bienestar de las generaciones presentes y futuras manteniendo el equilibrio ecológico y el control de la contaminación ambiental.

Se establece además el derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado que permita un desarrollo normal y permanente de los individuos y seres vivos. Así mismo se establece la posibilidad de ejercer Acción Popular ante cualquier omisión o daño que los diferentes niveles de autoridad puedan causar contra el medio ambiente, entre otras cosas.

Al tratarse de una regulación macro, la Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia no establece lineamientos específicos asociados a las emisiones nivel de presión sonora a partir de fuentes móviles.

### **10.3.3 Ley de Medio Ambiente N° 1333**

En el siguiente nivel de regulación se cuenta con la Ley de Medio Ambiente N° 1333 y su correspondiente reglamentación que profundiza y enfoca más específicamente sobre regulaciones en la temática ambiental.

El Artículo 42ª de la citada Ley es el único que establece una regulación directamente asociada a emisión de niveles de presión sonora a partir de actividades comerciales, industriales, domésticas, de transporte u otras, que obliga los diferentes niveles estatales a controlar los niveles de ruido a fin de preservar y mantener la salud y el bienestar de la población.

### **10.3.4 Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica**

Como complemento a la Ley de Medio Ambiente N° 1333 se cuenta con el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica el cual entra plenamente en materia, estableciendo específicamente regulaciones asociadas definiciones, evaluación, control y límites máximos permisibles de emisión de niveles de presión sonora provenientes de diferentes fuentes, incluidas las móviles.

El Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica inicia por definir el ruido, para posteriormente establecer que la emisión de ruido no debe exceder los valores establecidos en su Anexo 6. Seguidamente, en el Artículo 53º, se establece objetivamente la primera determinación asociada directamente con emisiones de niveles de presión sonora desde fuentes móviles, mencionando que todo vehículo automotor que circule en territorio nacional debe cumplir las normas relativas al control de ruido provenientes de escapes y bocinas. Para después mencionar que tanto personas naturales como jurídicas pueden efectuar denuncias cuando se sientan afectadas por ruidos provenientes de fuentes móviles, estableciendo también sanciones por infracciones cuando los límites máximos permitidos de emisión de ruido sean superados.

Finalmente, el Anexo 6 de este reglamento establece tres límites máximos de emisión de ruido desde fuentes móviles, básicamente en función del tamaño de los vehículos, asociado a su peso. Adicionalmente se establece que la emisión de ruido en estos casos debe ser evaluada a 15 m de distancia de las fuentes correspondientes. Haciendo una consideración final para motocicletas, triciclos

y cuadriciclos motorizados, en los que un nivel máximo de 84 dB(A) será admitido en base a una evaluación realizada a 7,5 m de distancia.

## Anexo 6

### Límites permisibles de emisión de ruido

(...)

#### 2. Límites permisibles de emisión de ruido provenientes de fuentes móviles

El límite máximo permisible de emisión de ruido en fuentes móviles se aplicará de acuerdo a el siguiente cuadro:

Peso bruto del vehículo	Hasta 3.000 Kg.	De 3.000 a 10.000	Mayor a 10.000 Kg.
Límite máximo Permissible en dB (A)	79	81	84

Estos valores deben ser medidos a 15 metros de distancia de la fuente.

Para motocicletas, triciclos y cuadriciclos motorizados, el límite máximo permisible de emisión de ruido es de 84 dB (A) y debe ser medido a 7.5 metros de distancia de la fuente.

### 10.3.5 Leyes y reglamentos municipales

Complementariamente a la legislación nacional mencionada en los párrafos anteriores, como organismos de administración territorial autónomos, los gobiernos municipales también están facultados para establecer lineamientos que rigen en el área de sus jurisdicciones, es así que el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, ha desarrollado leyes municipales y reglamentación enfocada en el medio ambiente. En este caso el Reglamento de Gestión Ambiental del Municipio de La Paz promulgado mediante tres ordenanzas municipales, establece diferentes consideraciones con respecto a la emisión de ruidos de presión sonora a partir de fuentes móviles (Ordenanzas municipales GMLP N°692/2008 - GMLP N° 159/2009 - GMLP N° 152/2010, Reglamento de Gestión Ambiental del Municipio de La Paz.

En el Artículo 64 de la mencionada reglamentación se establece que dentro de las políticas del gobierno de este municipio se debe prevenir, reducir y controlar la contaminación atmosférica producida por ruido entre otros factores contaminantes. Asimismo, promover el uso de energéticos menos contaminantes en fuentes fijas y móviles, energías más limpias y el control obligatorio de emisiones vehiculares (incluidas las emisiones de nivel de presión sonora).

El Artículo 129° de esta reglamentación establece que se deberá tener en buenas condiciones de funcionamiento y/o acondicionar el motor, la transmisión, la carrocería y otros sistemas con la finalidad que la emisión de ruidos producida por el vehículo en circulación no exceda los límites máximos permisibles establecidos, pero sin establecer dichos límites.

Finalmente se establecen tipos de infracciones moderadas y severas por incumplimiento y las correspondientes multas pecuniarias.

El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra no dispone ninguna regulación relativa a la emisión de niveles de presión sonora a partir de fuentes móviles.

#### **10.3.6 Normas técnicas**

Tampoco se cuenta con normas técnicas emitidas por el Instituto Nacional de Normalización y Calidad (IBNORCA) referidas a la evaluación de niveles de presión sonora emitidas a partir de fuentes móviles.

#### **10.3.7 Análisis**

Como se puede ver, existe escasa y casi nula legislación, reglamentación y/o normativa para evaluación de emisiones de niveles de presión sonora a partir de fuentes móviles, siendo que en el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de la Ley de Medio Ambiente se establecen límites máximos de emisión en función del tamaño de los vehículos y una ligera mención sobre la distancia entre el equipo de medición y la fuente, no se establece con detalle condiciones bajo las cuales se debería hacer estas evaluaciones, que son de suma importancia, iniciando con el lugar y ambiente adecuado para su realización, considerando potenciales interferencias o fuentes secundarias que pudieran hacer que los resultados no sean representativos.

Asimismo, no se establece las condiciones de funcionamiento de las fuentes móviles bajo las cuales se deben realizar estas evaluaciones siendo de vital importancia factores como la posición del equipo de evaluación con respecto a la fuente (desde el frente, desde atrás, desde un lateral), o el régimen de operación del motor de la fuente móvil que se está evaluando, ya que un motor más revolucionado definitivamente emitirá mayores niveles de nivel presión sonora.

Por su lado la reglamentación generada por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz tampoco establece procedimiento alguno para efectuar las correspondientes evaluaciones de niveles de presión sonora emitida desde fuentes móviles, como tampoco establece límites máximos permisibles para ellos, ni mencionar a que legislación remitirse para obtener valores referenciales de emisión de niveles de presión sonora tolerables.

#### **10.3.8 Propuesta técnica para la evaluación de emisiones de nivel de presión sonora vehiculares**

En vista de la situación expuesta líneas más arriba es oportuno establecer y desarrollar procedimientos de base mediante los cuales se pueda evaluar de forma estandarizada los niveles de presión sonora emitidos desde fuentes móviles. En el caso particular del presente estudio estos procedimientos podrán ser aprovechados para efectuar evaluaciones comparativas sobre el nivel de presión sonora emitida a partir de cualquier fuente móvil, independiente de la tecnología empleada para su propulsión (combustión interna, electricidad, etc.).



### 10.3.8.1 Objeto y campo de aplicación

La presente propuesta tiene como objeto establecer la metodología para la determinación nivel de presión sonora emitida individualmente por fuentes móviles.

### 10.3.8.2 Definiciones

**Decibel (dB):** La unidad práctica de medición del nivel de presión sonora es el decibel, conocido como dB. Esta unidad es igual a veinte (20) veces el logaritmo decimal del cociente de la presión de sonido ejercida por un sonido medido y la presión de sonido, de un sonido estándar equivalente a 20  $\mu$ P.

**Sonómetro:** Instrumento destinado a medir niveles de presión sonora con intercalación de una adecuada red de compensación (o ponderación) de frecuencias y de tiempo. Debe contar con el certificado de calibración.

**Sonómetro integrador:** Instrumento para la medición de niveles de presión acústica ponderados en frecuencia y promediados en el tiempo. Debe contar con el certificado de calibración.

**Nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeq,T):** El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación de frecuencia para un intervalo de tiempo especificado, es el nivel de ruido estable que corresponde al promedio (integral) en el tiempo de la presión sonora al cuadrado con ponderación de frecuencia producida por fuentes de sonidos estables, fluctuantes, intermitentes, irregulares o impulsivos en el mismo intervalo de tiempo. Se expresa en decibelios: dB.

**Certificación del equipo:** Se aceptará el uso de una fuente de calibración externa (siempre que la misma esté certificada), así como la calibración realizada por el fabricante del equipo, o cualquier organismo con la infraestructura necesaria. En todos los casos, el certificado de calibración tanto del sonómetro como de la fuente calibradora tendrá una vigencia de dos años. Mientras no exista en Bolivia un organismo acreditado competente para la calibración de sonómetros, se aceptará el uso de una fuente de calibración interna.

Los certificados de calibración, con el cálculo de incertidumbre de los resultados para los valores obtenidos durante la calibración, deberán contar con la siguiente información para cumplir con los requisitos de validez:

La fecha en la que se efectuó la calibración.

Los resultados presentados en el certificado de calibración deben estar expresados en unidades del Sistema Internacional (SI).

Los patrones utilizados en la calibración de los equipos deben tener trazabilidad a un organismo o institución reconocida nacional o internacionalmente.

**Fuente móvil:** Toda instalación o actividad establecida en un lugar móvil, como vehículos automotores, vehículos ferroviarios motorizados, aviones, equipos y maquinarias no fijas con motores que en su operación emitan o puedan emitir presión sonora.

**Marcha mínima o ralentí:** Es la especificación de velocidad del motor establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, requerida para mantenerlo funcionando y sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establecerá a un máximo de 1 100 rpm del motor.

**Velocidad de cruce:** Son las revoluciones de un motor a gasolina comprendidas entre 2.500 rpm  $\pm$  250 rpm, las cuales son mantenidas estables y sin carga alguna al motor, en neutro o condición de parqueo y sin ningún elemento de consumo eléctrico encendido.

### **10.3.8.3 Metodología para la determinación de niveles de presión sonora en fuentes móviles**

#### **Preparación del sitio o área de evaluación**

Se debe disponer de un espacio al aire libre, de recorrido de 50 metros de longitud en un sitio libre de la influencia de otras fuentes importantes de emisión de niveles de presión sonora directas (vías de alto o medio tráfico vehicular o peatonal, fuentes fijas de emisión de nivel de presión sonora, etc.)

La superficie del recorrido deberá ser plana y uniforme, sin irregularidades que causen un impacto sobre las emisiones propias de la fuente principal de emisión de nivel de presión sonora (motor) que se está evaluando.

El área de evaluación deberá ser tal que el sonómetro pueda ubicarse a una distancia mínima de 5 metros de cualquier superficie reflectante (como muros u otros obstáculos).

#### **Preparación del sonómetro**

Se podrá emplear un sonómetro clase 1 o clase 2

Para las evaluaciones con vehículo detenido, la ubicación del sonómetro debe establecerse a una distancia fija de 5 metros de la fuente móvil a ser evaluada.

Para las evaluaciones con vehículo en movimiento, la ubicación del sonómetro debe establecerse a la mitad del tramo de prueba y a una distancia perpendicular de 5 metros del recorrido por donde pasará la fuente móvil a ser evaluada.

La altura de sujeción del sonómetro siempre deberá ser de entre 1,2 m y 1,5 m sobre el suelo en un trípode.

El micrófono del sonómetro debe apuntarse de forma directa, siempre hacia la fuente que se está evaluando cuando la medición con vehículo detenido y hacia el centro del tramo de prueba por donde pasará la fuente móvil cuando se realicen las evaluaciones con vehículo en movimiento.

Preparación de la fuente móvil a ser evaluada

Registrar la información del cliente y del vehículo respectivo.

#### **Procedimiento de medición**

Encender el vehículo en la condición de marcha mínima (400 rpm) o ralenti especificada por el fabricante o ensamblador, o en su defecto a un máximo de 1 100 rpm y mantener esta condición con vehículo detenido.

Alcanzado este estado se debe iniciar el registro de datos de nivel de presión sonora a intervalos de 1 segundo por el lapso de 5 minutos continuos (total de 300 datos).

Cumplida la primera secuencia se debe poner el vehículo en la condición de marcha crucero (2 500 rpm  $\pm$  250 rpm) y mantener esta condición con vehículo detenido.

Alcanzado este estado se debe iniciar el registro de datos de nivel de presión sonora a intervalos de 1 segundo por el lapso de 5 minutos continuos (total de 300 datos).

Cumplida la segunda secuencia se debe ubicar el vehículo en un extremo del recorrido de 50 metros y este debe avanzar hasta cumplir toda la longitud a una velocidad entre 30 km/h y 40 km/h.

Se deberá iniciar el registro de datos con el sonómetro en el momento en que la parte delantera del vehículo alcance el inicio del recorrido y se deberá finalizar el registro de datos en cuanto la parte posterior del vehículo deje el final del recorrido establecido.

### **Efectos meteorológicos**

Ante condiciones meteorológicas desfavorables, se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

En caso de presencia de viento, se debe emplear el paravientos o pantalla para el micrófono.

Las condiciones climáticas adversas eventuales que emitan niveles de ruido que puedan alterar significativamente las mediciones (granizo, truenos, etc.) o que puedan dañar el equipo (lluvia), evitarán la realización de la medición. Ante estas circunstancias, la medición debe ser suspendida.

### **Tratamiento de la información**

Se debe realizar el cálculo del Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPSeq, Leq) para cada uno de los 3 lapsos de tiempo correspondientes al registro de las emisiones sonoras generadas por la fuente, empleando alguna de las siguientes ecuaciones.

Para datos contínuos:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_n} 10^{\frac{L(t)}{10}} dt \right]$$

Para datos discretos:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} 10^{\frac{NPS_i}{10}} \right]$$

En caso de utilizar un sonómetro integrador, el valor del nivel de presión sonora continuo equivalente ( $L_{Aeq,T}$ ) se genera directamente.

Los tres valores de  $L_{Aeq,T}$  obtenidos serán promediados aritméticamente y el valor obtenido será empleado como resultado final de la prueba.

Los valores obtenidos en diferentes tipos de fuentes móviles podrán ser comparados directamente para una evaluación de nivel de presión sonora emitida por cada uno de ellos.

## 11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Desde el punto de vista técnico/tecnológico

- Existen condiciones técnicas, operativas e institucionales en los sistemas de transporte masivo de La Paz Bus y Santa Cruz para la implantación de buses eléctricos. Tanto La Paz Bus, en su condición de operador del sistema como la "Línea 17 y 18 de Transporte Público Masivo Chuturubí Sociedad Civil" como concesionario del primer anillo, no solo están dispuestos a la apertura de sus sistemas para los buses de la fase piloto sino también para incluir buses eléctricos en sus rutas. En el caso de La Paz existen dos rutas susceptibles de ser electrificadas mientras que en todo el BRT de Santa Cruz podría incluir buses de estas características. En ambos casos, existen condiciones favorables en términos de topografía, integración modal y configuración de líneas de alta demanda.
- La tecnología eléctrica, tiene ventajas contrastadas respecto a los buses a diésel y GNV en términos de impacto ambiental y costos de operación y mantenimiento. En este sentido, se ha realizado el Análisis del Costo Total del Propietario (TCO por sus siglas en inglés), para determinar, en términos teóricos, los costos totales de las tecnologías a diésel y GNV respecto a la tecnología eléctrica. Se comparó los costos de un bus eléctrico respecto a un bus GNV y el bus a diésel a precios locales en cuanto a costos de energía, mantenimiento y costos salariales, claramente los resultados son concluyentes a favor de la tecnología eléctrica puesto los costos operativos y de mantenimiento compensan el elevado costo de adquisición; un caso particular es la subvención al GNV, que hace de los buses a gas más rentables respecto a la tecnología eléctrica. Para que se revierta esta situación, se requiere otorgar mejores condiciones en cuanto a precios de la energía para los proyectos. De acuerdo a los cálculos efectuados en el presente estudio, el costo diario de un bus eléctrico por uso de energía eléctrica sería de 213 bolivianos. Un bus de similares características alimentado con Diesel necesita 312 bolivianos, mientras que un bus a GNV necesita solamente 160 bolivianos. Claramente el bajo precio del GNV hace mucho más rentable en términos de energía la opción GNV, sin embargo, los costos de mantenimiento son 3 veces más que el eléctrico. El funcionamiento de la primera fase del proyecto BRT Santa Cruz y el piloto de buses eléctricos, terminará de descifrar si es más conveniente en el largo plazo el bus eléctrico o el de GNV. En el caso del Diesel la diferencia es ampliamente favorable al bus eléctrico.
- La experiencia internacional en el desarrollo de la movilidad eléctrica en el transporte público, indica, de manera contundente, que es absolutamente necesario realizar una fase piloto con buses eléctricos. Los operadores de transporte en Chile, Colombia y Perú, a pesar de contar con sistemas de transporte más maduros, mayor experiencia en el transporte masivo de pasajeros y condiciones de financiamiento más

accesibles, han realizado fases piloto en sus respectivos sistemas. El objetivo de esta etapa consiste en recabar información primaria sobre el rendimiento del bus en condiciones locales específicas, estudiar el comportamiento mecánico y eléctrico, y optimizar los procesos de recarga de baterías. Asimismo, es importante que los conductores, tengan experiencia de primera mano, previa fase de aprendizaje, en la calibración del uso de este tipo de vehículos que tienen pocas similitudes con la tecnología convencional.

- La tecnología de buses eléctricos permite plantear un escenario de renovación y modernización del transporte público de Bolivia. Las amplias condiciones favorables para los operadores, relacionadas con la reducción de costos de operación y para el país relativos a la reducción de la subvención de hidrocarburos permiten plantear la creación de una política nacional en este sentido.
- La tecnología de buses a Diesel está evolucionando rápidamente y en el próximo decenio solamente habrá disponibilidad de buses EURO VI que requieren Diesel libre de azufre (ULSD) esté combustible no lo tenemos en Bolivia y la importación de este, tendrá costos superiores a los actuales de combustibles de menor calidad, por lo que el país estará en una trampa tecnológica que obligará a adquirir combustible más costoso. Iniciar una política de electromovilidad, permite anticiparse a esta crítica situación que se presentaría en 10 años.

#### **Desde el punto de vista económico financiero**

- Se construyó un escenario de sustitución gradual de vehículos de transporte público a combustibles fósiles, denominado "escenario factible" tanto a diésel como a gasolina para cuantificar los beneficios económicos del cambio de la matriz energética en el transporte público de pasajeros. El escenario considera los avances institucionales y normativos en la movilidad en los municipios del país tomando en cuenta los porcentajes de equivalencia y sustitución por unidad de bus eléctrico respecto a las otras alternativas. Así, se propone sustituir 39 mil vehículos en los próximos 9 años (2022 - 2030).
- La implementación de este escenario evita a nivel agregado, el consumo de 1.769 MM de litros de Diesel y 2.892 MM de litros de gasolina. En términos monetarios, el ahorro total por subvención estimado alcanza a 1.221 MM de USD en el periodo de análisis. El modelo no incluye la posible indemnización que se requiera pagar por la salida de los vehículos del transporte público.
- La inversión requerida para la fase piloto de 2 millones de dólares, frente a los 1.200 millones de ahorro parecen ser un costo efectivo para el país. Por lo cual se recomienda gestionarlos lo antes posible para vencer esta etapa imprescindible.

#### **Desde el punto de vista jurídico**

1. La estructura institucional y normativa vigente en Bolivia responde a los objetivos y políticas sectoriales, que tiene en la eficiencia energética a uno de los principales pilares de la política hidrocarburífera boliviana. El cambio de la matriz energética; El incremento de las fuentes de energía alternativa, y; La reducción del consumo interno de combustibles de origen fósil, entre otros, constituyen importantes objetivos de las disposiciones que regulan la actividad de hidrocarburos y electricidad.
2. Sin embargo, y pese que en los países de la región se ha dado inicio a la introducción progresiva de la movilidad eléctrica en los sistemas de transporte urbano de varias ciudades, en Bolivia no se ha establecido como una meta concreta la incursión en proyectos de electromovilidad para avanzar en el camino de la sustitución del consumo de hidrocarburos líquidos por energías más limpias y eficientes, con los beneficios que ello implica; y consecuentemente, no se ha desarrollado una estructura normativa e institucional que viabilice la introducción de la movilidad eléctrica.
3. En este sentido, a fin de generar condiciones idóneas para la introducción de la movilidad eléctrica en Bolivia, el equipo consultor considera necesario realizar ajustes a la estructura institucional vigente, a través de la conversión de la actual EEC-GNV en la Agencia de Promoción de Eficiencia Energética en el Transporte, como una entidad descentralizada del Ministerio de Hidrocarburos y Energías, y que cuente con un Consejo con representación de los otros ministerios involucrados así como de los gobiernos municipales con interés en el desarrollo de la electromovilidad.
4. Asimismo, el equipo consultor recomienda realizar los siguientes ajustes a la normativa regulatoria del sector eléctrico:
  - a) Modificación del Reglamento de Precios y Tarifas del sector eléctrico, considerando las inversiones asociadas a la atención de la demanda de un segmento de mercado emergente (vehículos eléctricos) como inversiones relacionadas a la distribución de electricidad.
  - b) Modificación del Reglamento de Precios y Tarifas del sector eléctrico, facultando a la Autoridades de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear a realizar una Revisión Extraordinaria de Tarifas con inclusión de una nueva categoría de consumidor, la movilidad eléctrica, con tarifas preferenciales en lo posible tarifa plana.
  - c) Considerar la apertura de la normativa regulatoria del sector eléctrico para posibilitar el cofinanciamiento entre las empresas distribuidoras de electricidad con inversionistas privados nacionales o extranjeros, en infraestructura de carga eléctrica para vehículos eléctricos.

#### **Desde el punto de vista institucional**

- En los casos estudiados (La Paz y Santa Cruz de la Sierra) se ha evidenciado el empleo de distintas modalidades de financiamiento de la flota de buses, con recursos del sector privado (vía autorización o concesión) en el caso de Santa Cruz o con recursos públicos en el caso de La Paz. Los sistemas estudiados se encuentran en plena operación (caso de La Paz Bus) o en proceso de implementación (BRT de Santa Cruz) y se han desarrollado en el marco de la normativa vigente y no han empleado figuras de financiamiento como las asociaciones público - privadas. Sin embargo, con vistas al diseño de una estrategia de mediano y largo plazo para mejorar los sistemas de transporte, es posible profundizar en el empleo de inversión privada en el financiamiento de los distintos componentes de un proyecto de movilidad eléctrica. A tal efecto, la legislación boliviana contiene disposiciones normativas que permiten el empleo de la figura de la asociación público - privada como mecanismo de financiamiento con recursos del sector privado, a través de la suscripción de Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta.
- De acuerdo al DS 3469 estos contratos solo pueden ser suscritos por empresas públicas del nivel central o empresas Inter gubernativas conformadas por entidades de nivel central y de los niveles subnacionales, con el objetivo de atraer inversiones para financiar cualquier sector económico del país, lo que comprende tanto las obras públicas como servicios públicos. No obstante, la normativa que regula los Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta, constituye una normativa genérica y requiere ser precisada en sus alcances y condiciones de aplicación, por la normativa sectorial (energía e hidrocarburos) y municipal que quiera emplear esta figura. En este sentido, es necesario adecuar y modificar la normativa vigente para viabilizar la suscripción de Contratos de Alianzas Estratégicas de Inversión Conjunta por parte de entidades públicas como la entidad del nivel central responsable de la promoción de la movilidad eléctrica.
- Dado que la competencia sobre la regulación y prestación del servicio público de transporte de pasajeros corresponde a los gobiernos municipales, es necesario que se desarrolle una adecuación normativa de los Reglamentos de Concesiones, que regule con mayor precisión y amplitud la participación de la inversión privada para financiar los distintos componentes de un proyecto de movilidad eléctrica (infraestructura vial, terminales de carga de pasajeros, provisión de la flota rodante, servicios complementarios y auxiliares, entre otros), así como la posibilidad de participar en cofinanciamiento con recursos públicos administrados por las entidades públicas.
- La elaboración de una Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME) permitirá tener al país una carta de navegación consensuada, la instancia del nivel central del Estado a cargo de este proceso podrá facilitar la gestión adecuada de los recursos financieros y de asistencia



técnica necesarios de ser implementados en el país para su desarrollo. En este sentido se recomienda seguir con este paso estratégico de planificación y concertación.

## **ANEXOS**

### **Anexo N° 1. Elasticidades a largo plazo para la producción de líquidos**

#### **Metodología**

La proyección de la producción interna tanto para el diésel como para gasolina se ajustó a la elasticidad de largo plazo entre la producción de líquidos y la producción de gas natural a partir de un modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC). Para ello se procedió de la siguiente manera:

- Se verificó la no estacionalidad de las variables en niveles a partir de la prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA).
- Se estimó un modelo Autorregresivo (VAR) a partir del cual se determinó el número de rezagos óptimos.
- Se estableció el criterio de selección correspondiente y se realizó una prueba de hipótesis para confirmar la presencia de una relación de largo plazo entre las variables seleccionadas a partir del Test de Johansen y Juselius (1990).
- Se confirmó la existencia de cointegración y se procedió a estimar el VEC.
- Se verificó que los residuos cumplan con los supuestos clásicos que garantizan que los residuos se comporten como un ruido blanco.

Las salidas en Eviews se incluyen en este anexo.

#### **Fuentes de Información**

- Para elaborar la cuantificación de la reducción de la subvención a los hidrocarburos se utilizó los Balances Energéticos Nacionales que provee la Agencia Nacional de Hidrocarburos para el periodo 2000-2018.
- La proyección del precio del petróleo, se obtuvo del último World Economic Outlook elaborado por el Fondo Monetario internacional<sup>78</sup>.
- Para la estimación de la subvención por litro, se utiliza la información de subvención e incentivo a los hidrocarburos a través de la emisión de notas de crédito fiscal del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.
- Para los volúmenes de importación de diésel y gasolina se utilizó la información del Instituto Nacional de Estadística (INE) correspondiente al comercio exterior registrado en el periodo 2010 a 2019.

#### **Estimaciones para la elasticidad a largo plazo del diésel**

---

<sup>78</sup> <https://knoema.com/infographics/yxptpab/crude-oil-price-forecast-2020-2021-and-long-term-to-2030>

X

**SUBVENCIÓN E INCENTIVO A LOS HIDROCARBUROS A TRAVÉS DE LA EMISIÓN DE NOCRS  
(Expresado en Millones de Bolivianos)**

DETALLE	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019(p)
Diesel Oil	82	64	1	74	799	824	588	4.060	1200	1.076	3.008	5.284	5.780	3.754	1.722	904	1686	696	2.681
Importaciones de YPFB	0	0	0	24	25	183	568	4.053	1200	1.076	3.008	5.284	5.780	3.754	1.722	904	1686	696	2.681
Importaciones de Compañías Privadas	0	0	1	35	645	551	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gravamen Arancelario por import. Diesel Oil	0	0	0	0	33	34	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incentivo a la Producción Nal. del Diesel Oil	0	0	0	5	96	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estabilización precios (incluye Gasolina Esp.)	82	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Licuado de Petróleo - GLP	151	23	254	95	113	247	105	139	117	64	117	77	128	103	82	94	95	43	231
YPFB Plantas Engarradoras	0	0	0	0	0	0	0	80	58	4	74	77	39	30	34	54	41	43	64
YPFB REFINACIÓN	0	7	0	0	22	147	30	50	42	44	32	0	0	0	0	0	0	0	0
Engarradoras Privadas	151	17	254	95	91	100	76	68	17	15	12	0	89	73	48	40	54	0	167
Margen de Refinería - Diferencial de precios	0	0	26	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incentivo Campos Marginales y Pequeños (Campos de P	0	0	0	0	0	0	0	0	65	69	43	209	342	334	303	202	179	49	217
Tributos Aduaneros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diferencial de Precios (Gas Oil - Diesel Oil)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	139	76	0	0	136	0
Insomus y Aditivos (Gasolina Especial)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	0	437	0	0	775	917
TOTAL	233	88	281	169	913	1.076	694	4.259	1.382	1.209	3.168	5.570	6.373	4.330	2.619,33	1.200,63	1.959,52	1.700,05	4.045,65
%PIB	0,4%	0,2%	0,5%	0,2%	1,2%	1,2%	0,7%	3,5%	1,1%	0,9%	1,9%	3,0%	3,0%	1,9%	1,1%	0,5%	0,8%	0,6%	1,4%

Elaboración: MEEP-VPCE-DGPGP-UEP

Estimaciones para la elasticidad a largo plazo de la gasolina

Vector Error Correction Estimates  
Date: 11/03/20 Time: 14:09  
Sample (adjusted): 2010M05 2019M12  
Included observations: 116 after adjustments  
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

Cointegrating Eq:	CointEq1	
LOG(GASOLINA(-1))	1.000000	
LOG(GASMMC(-1))	-0.929215 (0.04881) [-19.0375]	
C	-5.814770	
Error Correction:	D(LOG(GAS...	D(LOG(GAS...
CointEq1	-0.700353 (0.31433) [-2.22811]	-0.362255 (0.32420) [-1.11737]
D(LOG(GASOLINA(-1)))	0.239799 (0.36386) [ 0.65903]	0.245553 (0.37530) [ 0.65428]
D(LOG(GASOLINA(-2)))	-0.031347 (0.33953) [-0.09233]	-0.080544 (0.35020) [-0.23000]
D(LOG(GASOLINA(-3)))	0.303944 (0.31197) [ 0.97427]	0.237855 (0.32178) [ 0.73920]
D(LOG(GASMMC(-1)))	-0.577931 (0.35255) [-1.63928]	-0.603491 (0.36363) [-1.65962]
D(LOG(GASMMC(-2)))	-0.210682 (0.33057) [-0.63734]	-0.213025 (0.34095) [-0.62479]
D(LOG(GASMMC(-3)))	-0.442553 (0.30191) [-1.46583]	-0.367356 (0.31140) [-1.17969]
C	0.004580 (0.00817) [ 0.56052]	0.004349 (0.00843) [ 0.51599]
R-squared	0.179529	0.160366
Adj. R-squared	0.126350	0.105945
Sum sq. resids	0.823348	0.875912
S.E. equation	0.087313	0.090057
F-statistic	3.375962	2.946780
Log likelihood	122.3852	118.7957
Akaike AIC	-1.072158	-1.010272

## Anexo Nº 2. Matriz Insumo – Producto (MIP)

### Metodología

La matriz insumo-producto presenta en forma resumida las relaciones entre oferta y demanda intersectoriales de una economía. El análisis del MIP utilizan los encadenamientos o eslabonamientos sectoriales para miden los efectos de cambios en la demanda final ante cambios en los sectores considerando los efectos directos e indirectos sobre la producción del resto de sectores económicos.

Para el caso particular de este trabajo, adquiere importancia porque a partir del cual se puede analizar cambios en todos los insumos necesarios para la producción del servicio de transporte eléctrico como ser energía y mano de obra y que tienen un efecto multiplicador sobre la economía.

### Supuestos del modelo insumo-producto

Para construir el modelo insumo-producto se adoptan los siguientes supuestos:

- Homogeneidad sectorial: cada insumo es suministrado por un solo sector. Esto implica que cada uno de los sectores tiene una producción primaria o característica, pero no secundaria.
- Invarianza de los precios relativos: insumos o productos iguales tienen precios de valoración iguales para todos los productores.
- Hipótesis de proporcionalidad: la cantidad de insumos varía en la misma proporción que varía la producción. Esto implica que los factores e insumos no son determinados por los precios relativos.
- Hipótesis de aditividad: el efecto total sobre la producción de varios sectores es igual a la suma de los efectos sobre la producción de cada uno de los sectores.

### Resolución formal del modelo

A partir de la estructura de la matriz insumo-producto se elabora un modelo muy simplificado de la economía hipotética para explicar las relaciones que se establecen, suponiendo una tecnología constante tanto en la producción de cada sector como en el consumo de cada bien o servicio.

**Cuadro Nº1. Ejemplo de Matriz Insumo – Producto**

<b>I. Matriz Insumo - Producto</b>							
	<b>Agriculture</b>	<b>Mining</b>	<b>Industry</b>	<b>Services</b>	<b>Consumo Intermedio</b>	<b>Demanda Final</b>	<b>Demanda Total</b>
<b>Agriculture</b>	200	115	180	212	707	150	<b>857</b>
<b>Mining</b>	130	230	156	137	653	230	<b>883</b>
<b>Industry</b>	180	195	240	186	801	134	<b>935</b>
<b>Services</b>	140	190	116	225	671	141	<b>812</b>
<b>Primary Input</b>	207	153	243	52	655		
<b>Producción Total</b>	<b>857</b>	<b>883</b>	<b>935</b>	<b>812</b>			<b>3487</b>

Esta estructura económica se la puede expresar en forma matricial de la siguiente manera:

$$X_i = \sum_{j=1}^3 x_{ij} + y_i$$

Posteriormente se construye la matriz de Leontief o de coeficientes técnicos donde estos coeficientes  $a_{ij}$  se obtienen dividiendo cada valor  $a_{i1}$  de la primera columna entre el total de la suma de la primera fila (producción bruta del sector 1). Este modelo asume que los coeficientes  $a_{ij}$  no varían durante un cierto periodo de tiempo. Por otro lado, el impacto de la demanda final sobre la producción está condicionado al tamaño de estos coeficientes técnicos.

Un coeficiente  $a_{ij}$  puede ser muy grande, pero si en el sector  $j$  tiene una producción pequeña, su influencia sobre  $i$  no es muy grande. Por otra parte, el coeficiente  $a_{ij}$  puede ser muy pequeño, pero puede tener gran impacto si la producción en el sector  $j$  es muy grande.

**Cuadro N°2. Tabla de coeficientes técnicos**

II. Tabla de coeficientes técnicos				
	Agriculture	Mining	Industry	Services
Agriculture	0.2334	0.1302	0.1925	0.2611
Mining	0.1517	0.2605	0.1668	0.1687
Industry	0.2100	0.2208	0.2567	0.2291
Services	0.1634	0.2152	0.1241	0.2771
Primary Input	0.2415	0.1733	0.2599	0.0640
Input Total	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

A partir de la cual calcula la siguiente matriz:

$$X = (I - A)^{-1} Y$$

Donde  $[(I - A)]^{-1}$  se llama matriz inversa de Leontief o matriz de coeficientes de requerimientos directos e indirectos por unidad de demanda final.

De esa manera, se obtienen las cifras del incremento de producción de cada sector, necesarios para satisfacer el incremento previsto en la demanda final.

El impacto total de un cambio en la demanda viene dado por:

$$\Delta X = \Delta Y + A^1 \Delta Y + A^2 \Delta Y + A^3 \Delta Y + \dots + A^n \Delta Y + \dots + A^\infty \Delta Y \quad [(I - A)]^{-1} \Delta Y$$

La matriz  $(I - A)^{-1}$  muestra entonces el impacto total o efecto multiplicador de un incremento exógeno de la demanda final. La principal ventaja de esta metodología es el nivel de desagregación obtenido; pero, dadas las características del modelo, no existen economías o deseconomías a escala. Todos los sectores utilizan la misma tecnología y se tienen los mismos niveles de eficiencia.

## Multiplicador de empleo

El cómputo de los multiplicadores del empleo requiere que se estimen previamente los coeficientes directos de empleo, los cuales se obtienen dividiendo el empleo de cada sector entre el valor de los mismos de ese sector, como sigue:

**Cuadro N°3, Coeficientes de empleo**

	<b>Empleo</b>	<b>Valor de la produccion</b>	<b>Coeficientes Directos de Empleo</b>
<b>Agriculture</b>	252	857.0000	0.2940
<b>Mining</b>	680	883.0000	0.7701
<b>Industry</b>	167	935.0000	0.1786
<b>Services</b>	741	812.0000	0.9126

El multiplicador de empleo se define como el cociente del coeficiente de requisitos de empleos directos e indirectos sobre el coeficiente de requisitos de empleos directos para cada sector. El vector de coeficientes de requisitos de empleos directos e indirectos (L) resulta de premultiplicar el vector E por la matriz inversa de Leontief, es decir, multiplicando los coeficientes directos de empleo por la inversa de Leontief, se obtienen los requisitos directos e indirectos del empleo:

$$L=E,(I-A)^{-1}.$$

### **Anexo 3. Efectos de las tarifas de energía sobre costos**

Uno de los factores determinantes de los costos de transporte es el valor de las unidades de energía (ue) usadas como fuente de propulsión de las diferentes tecnologías. Al tratarse de transporte urbano, las unidades de energía más comunes son los litros en el caso de los combustibles fósiles líquidos (diésel y gasolina) y los M3 en el caso del Gas Natural Vehicular (GNV). Otra fuente de propulsión es la energía eléctrica cuyas unidades de medición son lo kilo watt – hora (Kwh).

Para el análisis TCO, se ha comparado la eficiencia económica de las tres tecnologías valoradas a los previos vigentes tanto en el mercado de combustibles como en el mercado eléctrico. Esta comparación, además, se ha basado en los siguientes datos y supuestos:

Datos:

- El costo de la energía se ha obtenido de fuentes oficiales, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) para el diésel y la gasolina, y a cooperativa de electricidad de Santa Cruz (CRE)
- El recorrido del bus se ha tomado de los estudios de transporte y de los planes de movilidad existentes.
- La tasa de subsidio para el diésel se ha estimado en función a su evolución histórica, mientras que la tasa de subsidio para el GNV se obtuvo de la ANH.

Supuestos:

- El recorrido del bus, independientemente de su tecnología es el mismo a lo largo el año.
- El rendimiento energético para cada tecnología ha considerado la experiencia internacional y los valores expresados en la entrevista a operadores de transporte en La Paz y Santa Cruz.

Resultados:

Los resultados de la comparación de los costos de energía se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1: Estudio de cas sobre el consumo energético**

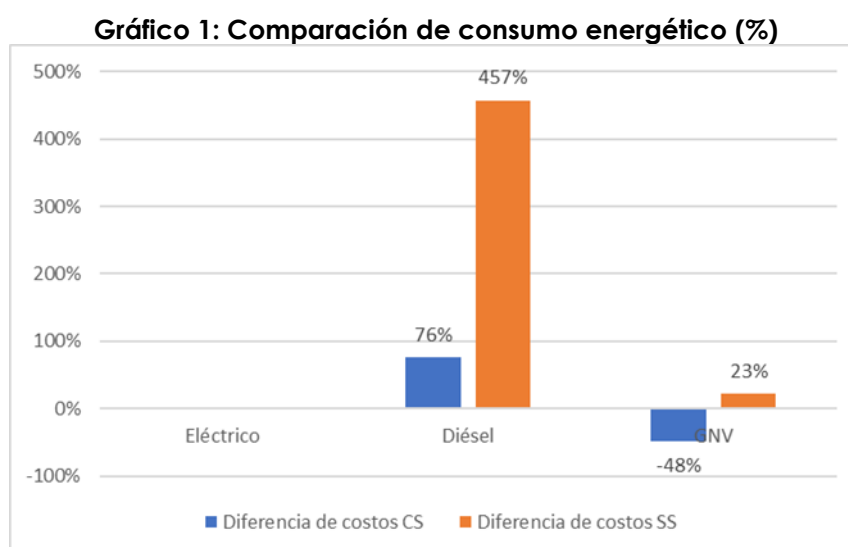


Variables	Unidad	Tecnología		
		Eléctrico	Diésel	GNV
Recorrido /año	km/año	69.480	69.480	69.480
Rendimiento (Km/ue)	(Km/ue)	0,9	1,95	2,92
Costo ue	Bs/ue	0,99	3,77	1,66
Consumo /año	ue/año	77.200	35.631	23.819
Costo anual SS	Bs/año	76.428	134.328	39.540
Diferencia de costos	Bs	0	57.900	- 36.888
Diferencia de costos	%	0	-43%	93%
Tasa subsidio /2021	Bs/eu	0	2,17	1,37
Subsidio	Bs	0	77.319	32.632
Costo anual CS	Bs/año	76.428	425.820	93.709
Diferencia de costos	Bs	0	349.392	17.281
Diferencia de costos	%	0	-82%	-18%

Fuente: Elaboración propia

Se observa claramente que, de acuerdo a los precios vigentes en el mercado interno para los combustibles de origen fósil (diésel y GNV) con subsidio (Escenario Con Subsidio CS), los buses a GNV son más competitivos que el bus a diésel y que el bus eléctrico.

La diferencia del bus a GNV respecto al bus eléctrico es de -48%, mientras que el diésel es 76% más costoso que su par eléctrico. En cambio, en un escenario sin subsidio SS, la tecnología más competitiva es a tecnología eléctrica. El gráfico siguiente muestra estas variaciones.



Fuente: Elaboración propia

Implicaciones para la introducción de buses eléctricos a Bolivia.

La existencia de subsidios en el mercado de la energía, por un lado, genera distorsiones en las decisiones de los agentes económicos respecto al consumo, por otro lado, indudablemente, es beneficiosa para la población de escasos recursos económico, puesto que permite acceder a la energía a precios por debajo de su costo de oportunidad (en el caso del GNV del precio internacional de exportación).

Este hecho es especialmente evidente en el caso del bus eléctrico, puesto que, con las tarifas vigentes para el GNV, éste no puede competir aun cuando la tecnología eléctrica es muy eficiente en términos energéticos. Esta eficiencia, que, en condiciones competitivas, sin subsidios, se traduce en costos operativos y de mantenimiento bajos respecto a las alternativas existentes (GNV y del diésel), no se hacen evidentes, sesgando la decisión a favor de una tecnología de menor costo de inversión, pero de mayor costo de mantenimiento y operación a lo largo de su vida útil.

En el caso del diésel, los resultados con subsidio no favorecen a esta tecnología al ser esta de alto consumo y baja eficiencia energética.

Título: Estudio de viabilidad técnica y económica a nivel de prefactibilidad, que permita estimar los impactos macroeconómicos por la introducción de la movilidad eléctrica en el transporte público de Bolivia

Desarrollado por: Etnica Ambiental

Programa: Programa de Energías Renovables (PEERR)

Programa No: 18.2024.0-001.00

Gestión: 2020